




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
2005年全国高等农业院校优秀教材
2007年江苏省高等学校精品教材

食品微生物学 第三版

江汉湖 董明盛 主编

 中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
2005 年全国高等农业院校优秀教材
2007 年江苏省高等学校精品教材

食品微生物学

第三版

江汉湖 董明盛 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品微生物学/江汉湖, 董明盛主编. —3 版. —
北京: 中国农业出版社, 2010. 8
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 2005 年全国
高等农业院校优秀教材. 2007 年江苏省高等学校精品教
材

ISBN 978-7-109-14819-2

I. ①食… II. ①江… ②董… III. ①食品微生物—
微生物学—高等学校—教材 IV. ①TS201.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 140021 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 王芳芳

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 3 版

2010 年 8 月第 3 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 26

字数: 618 千字

定价: 39.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材共分 11 章，包括绪论、微生物的形态与结构、微生物的营养与生长、微生物的代谢、微生物遗传与育种、微生物分子进化与分类学、微生物生态、微生物与食品酿造、免疫及其在食品中的应用、食品腐败与食品保藏、微生物与食品安全性。

全书围绕现代微生物基本理论、基本知识和基本技能及其在食品领域中应用等方面进行了全面、系统的论述，也注意介绍了学科发展的前沿，适合各类高等院校食品专业本科学生学习使用，也可供其他生物类科技人员参考。

第三版编审人员

主 编 江汉湖 (南京农业大学)

董明盛 (南京农业大学)

副主编 李平兰 (中国农业大学)

贺稚非 (西南大学)

陈 卫 (江南大学)

李宗军 (湖南农业大学)

参 编 (按姓氏笔画排序)

王 欣 (黑龙江八一农垦大学)

王远亮 (湖南农业大学)

吕嘉枋 (陕西科技大学)

吴丽萍 (南昌大学)

邹晓葵 (南京农业大学)

张付云 (大连海洋大学)

陈晓红 (南京农业大学)

赵建新 (江南大学)

姜 梅 (南京农业大学)

主 审 张 麓 (中国农业大学)

第二版编审人员

主 编 江汉湖

副主编 史贤明 何国庆

编 者 江汉湖 董明盛 邹晓葵

陈晓红 (南京农业大学)

史贤明 (上海交通大学)

何国庆 (浙江大学)

李平兰 (中国农业大学)

侯红漫 (大连轻工业学院)

柳增善 (吉林大学)

王成涛 (北京工商大学)

贾英民 桑亚新 (河北农业大学)

段智变 郝 林 (山西农业大学)

贺稚非 (西南大学)

卫 军 (郑州轻工业学院)

李宗军 (湖南农业大学)

徐尔尼 (南昌大学)

丁立孝 (莱阳农学院)

高瑀琬 (南京财经大学)

李柏林 (上海水产大学)

主 审 张 麓 吴金鹏

第三版前言

很 有幸，我们在完成了面向 21 世纪课程教材《食品微生物学》（2002.8，第一版）和普通高等教育“十五”国家级规划教材《食品微生物学》（2005.8，第二版）编写的基础上，又承担了普通高等教育“十一五”国家级规划教材《食品微生物学》（第三版）的编写任务。根据近年来食品微生物学教材的使用情况，同时，根据 16S 和 18S rRNA 序列分析得到的细菌、古生菌、真核生物三个域（domain）的谱系树，使人强烈地感到近代分子微生物学的科学信息。又以微生物基因组测序为例，自从 1995 年第一个独立生活的流感嗜血杆菌全基因组序列测定的完成，自养生活的古生菌——詹姆氏甲烷球菌（1996 年）、第一个真核酵母菌（1997 年）以及埃希氏大肠杆菌（1997 年）等许多微生物的基因组测序、注释及相应的研究正迅猛发展，犹如雨后春笋，方兴未艾。据统计（截至 2008 年 3 月），全世界已完成全基因组序列测定的微生物达到 730 多个，不仅在人类基因组计划方面提供了模式生物，给人类基因组测序计划的提前完成助了一臂之力，也必将为人类后基因组研究乃至整个生命科学的研究和发展起到巨大的推动作用。在这种背景下，编写普通高等教育“十一五”国家级规划教材在内容上必须有所更新才能与需求相适应，使教材保持基础性、系统性、先进性和实用性。作为一本专业基础教材，其宗旨与第一版、第二版是一致的，既坚持厚实基础，又努力反映学科前沿，力求提高学生把微生物学的理论、知识和技能应用于食品领域的能力，也就是说要致力于挖掘、利用和改善有益微生物，控制、清除和改造有害微生物，为真正做到食品的生产提供坚实的理论基础和生产能力。

在具体编写过程中，我们始终注意以下几个方面：

1. 以“十五”国家级规划教材为蓝本，维持其基本框架，适当压缩篇幅和文字，这就要求各章节在充实更新内容的同时，必须重点突出，文字表达尽可能精炼，尽可能做到图文并茂。

2. 基础理论部分增加了微生物分子进化、分类与命名，使学生有一个比较系统和完整的理论基础，有利于分类和鉴定食品中微生物的类型，利于微生物资源的开发与利用。删除了原第 2 章“食品微生物学技术”（相关内容在配套教材李平兰、贺稚非主编《食品微生物学实验原理与技术》中表达）和原第 11 章“微生物

资源开发利用”(部分内容结合到有关章节)。考虑到原 2、3、4 章的篇幅并可能有机的结合,以及学生已有的微生物学知识,把 3 章内容合并,组成新第 2 章“微生物的形态与结构”。

3. 本教材还介绍了一些当前国内外微生物研究的最新成就和发现,使学生了解食品微生物学的研究热点和发展动态,并密切注意国民经济和社会发展中的需求。为了培养学生的思维能力,每章后均列有复习思考题。

4. 教材最后增加了“网络连接”内容,目的是通过网络连接点击,一是结合教材复习内容,二是扩充知识并进一步深化和探索,三是利用网络系统发挥各自的兴趣爱好,主动学习,激发创新意识。

5. 本着科教联合、优势互补的原则,淡化“条块”和“行业”,邀请了国内不同类型高校的食品微生物学专家教授共同修订与编写本教材。

全书共分 11 章,修订者的分工如下:第 1 章,江汉湖;第 2 章,王远亮、吴丽萍;第 3 章,贺稚非;第 4 章,姜梅、陈晓红;第 5 章,赵建新、陈卫;第 6 章,董明盛;第 7 章,吕嘉枋、张付云;第 8 章,李宗军、陈晓红;第 9 章,江汉湖、王欣;第 10 章,李平兰、王欣;第 11 章,邹晓葵;网络学习连接,董明盛。各章修订完成以后,由主编、副主编和部分老师集中审阅,最后主编和主审统稿、定稿。

本教材的修订和编写是以“十五”国家级规划教材《食品微生物学》为基础的,非常感谢参加“十五”国家级规划教材编写的各位专家和教授!“十一五”国家级规划教材《食品微生物学》是我们的共同成果。

在修订教材中引用了沈萍教授主编的《微生物学》、周德庆教授主编的《微生物学教程》等国内许多优秀教材中的图表和有关资料,也参考了国外的(美) Lansing M. Prescott 主编的《微生物学》(中、英文版)、(美) Madigan, M. T. 主编的《微生物生物学》(中、英文版)、(美) Jay, J. M. 主编的《现代食品微生物学》(中文版),在此一并表示衷心的感谢!

本书在修订和出版过程中,得到了南京农业大学有关领导、职能部门、食品学院从关心到经费全方位的支持,承艺芳副研究员及研究生李斌、张志宏、闫艳娟等做了大量细致的具体工作,也得到各参编老师所在院校有关领导的关心和支持,在此谨致以衷心的感谢!

由于水平有限,本书难免还有不当之处,敬请读者批评指正。

江汉湖

2010 年 2 月

第二版前言

面对 21 世纪，随着整个生命科学的迅猛发展，食品微生物已经并将继续为农产品的生物转化、微生物资源开发利用和清洁、安全生产做出贡献。作为一本专业基础性的教材，如何处理好基础与应用、先进性与系统性的关系，以合适的篇幅编写出高起点、富含现代气息的教材，将食品微生物的精华传播给学生，充实和满足食品科学与工程各专业学生的知识结构，是我们编写本教材的主要宗旨和出发点。

本着科教联合、优势互补的原则，淡化“条块”和“行业”，联合了国内有关院校专家，在面向 21 世纪课程教材的基础上，同时借鉴国外的成果和经验，共同完成普通高等教育“十五”国家级规划教材——食品微生物学，编写过程中始终贯穿了如下指导思想：

1. 内容新、起点高 这里所指的内容和起点，首先体现在教材的核心部分，即基本理论、基本知识和基本技能，集中反映在理论与实践（应用）两个层面，赋予新的内涵。以 21 世纪的眼光审视和更新内容，使与整个生命科学的发展息息相通。同时，注意与本学科发展前沿相衔接，使学生知道食品微生物的昨天、今天和明天，知道当今食品微生物研究的热点和争论的问题，进而促进开拓与创新。

2. 理论与实践相结合 食品微生物是一门专业基础课，是食品科学与工程各专业中联系基础课程与专业课程的纽带，而食品微生物本身又有其自身的特殊性，它是实践性很强的学科，可推动生物学科更快发展。同时，它又可以很自然有机融合到各后期专业课程中。所以，在打好基础的情况下，注重与实践相结合，特别与取之不尽的作为生物转化基质原料的农副产品和安全生产过程是很关键的结合热点。目前已经取得部分成果，并且将是研究与开发的重要领域。

3. 内容的取舍与编排 内容的取舍做到重点突出，层次分明，尽量以新成果、新成就，又是成熟的内容替代陈旧的内容和实例。选择有代表性的内容阐明充分发挥微生物在基质转化中的作用和机理。同时，根据部分微生物可能对食品和人类造成的危害，制定控制措施，达到洁净和安全生产。

在内容的编排上，根据食品微生物的特点，以微生物的形态

结构与功能、生理和代谢、遗传和育种基本理论以及微生物生态学为主线审视微生物与其环境的关系,包括与农副产品基质原料、加工过程、产品贮藏保鲜和运输、消费者的食品调配、食品酿造和发酵、人体营养与健康之间相互关系等,使微生物为食品和人类做出越来越多的贡献。根据上述构想,以面向 21 世纪教材为基础,做了适当的调整,即把原教材第 9 章微生物与工业发酵部分并入微生物代谢一章,与代谢有机结合,这样做的目的,一是可减少篇幅,同时,可避免与后期课程的重复与交叉;增加微生物资源开发利用以及微生物学技术部分内容。

关于章节的编排,采用国外目前比较流行的形式,即章以下各节、点以阿拉伯数字表示,如第 1 章、第 1 节、第 1 大点,分别为第 1 章、1.1、1.1.1 等。总目录标明章、1.1 为止,各章的分目录为章、1.1、1.1.1 为止,并在每章的分目录页中选择具有代表性图例,镶嵌其中,以图达到增加图文并茂的色彩。各章内容也注意适当增加图表,增强直观感。

微生物是一门实践性很强的学科,当它在对基质进行生物转化以及对微生物进行分析和检测时,又必须融合其他有关学科的最新成就,使微生物理论与技术不断深化和发展。

4. 为了使本书内容形象生动,并具有很强的新颖性、可读性和启发性,使与国内、国际教材接轨。编者除了注意利用图表,还注意了撰写内容和文字表达形式。我们参阅了大量的中外教材和文献,其中微生物学(沈萍等,2001)、微生物学教程(周德庆,1993)、食品微生物学(江汉湖和何国庆分别主编,2002)、免疫学原理(周光炎等,2000)、现代微生物遗传学(陈三凤等,2003)是重要国内参考教材,国外教材主要参阅了微生物学(第五版,美,Lansling M. Prescott,2002)、微生物生物学(第八版,美,Medigan, M. T. 等著,杨文等译,2004)、现代食品微生物学(第五版,美,James M. Jay 编著,徐岩等译,2001)、发酵食品微生物学(第二版,英,Brian J. B. Wood 主编,徐岩译,2001)、微生物学(英,J. Nicklin 等著,林稚兰等译,2000,中文版及影印版)、免疫学(英,P. M. Lydyard 等,2000,影印版)。书后有主要的参考书,以便读者查阅和使用。

全书共分 13 章,编委编写内容的分工在各章的末尾。本书由江汉湖主编,史贤明、何国庆副主编,张箴和吴金鹏主审。

编写过程得到了编委所在单位和领导的支持,教育部食品科学工程专业分教指委的关心和支持,南京农业大学食品科技学院食品微生物研究室的姜梅副教授,博士吕欣以及周剑忠,硕士李超、高宇、瞿桂香、高惠文、任凤、王文枝、王长存、袁媛等做了本书的编排和校阅等大量具体工作,在本书出版之际谨向他(她)们表示诚挚的谢意!

本书的编写在很多方面是一次改革的尝试,限于作者的水平和能力,不当和错漏之处在所难免,诚请广大师生、同行和读者批评指正。谢谢!

江汉湖

2005 年 2 月 8 日

第一版前言

21 世纪,随着整个生命科学的迅猛发展,食品微生物已经并将继续为农产品的生物转化和清洁、安全生产带来巨大的贡献。作为一本专业基础性的教材,如何处理好基础与应用、先进性与系统性的关系,以合适的篇幅编写出高起点、富含现代气息的教材,将食品微生物的精华传授给学生,充实和满足食品科学与工程专业学生的知识结构,是我们编写本教材的主要宗旨和出发点。

鉴于过去由于条块分隔、行业的差异,形成了以行业服务为特色的食品微生物学。农业院校虽然很久以前也开设过农产加工专业或相关课程,但初具规模,还是 20 世纪 80 年代初、中期以后的事情,而且相应的食品微生物课程从开设的形式到内容的取舍存在较大的差异,也没有一本相对统揽的基本教材。随着我国改革开放,并向广度和深度发展;国际交往的增多,借鉴国外的成果和经验以及国内条块分隔、行业系统的淡化;科教联合、优势互补渐成发展的主流,本教材就是在此背景下,拓宽视野,联合有关院校共同编写的。编写过程中始终贯穿了如下指导思想:

1. 内容新、起点高。首先体现在教材的核心部分,即基本理论、基本知识和基本技能,集中反映在理论与实践(应用)两个层面,赋予新的内涵,以 21 世纪的眼光审视和更新内容,使之与整个生命科学的发展息息相通。同时,注意与本学科发展前沿相衔接,使学生了解食品微生物的昨天、今天和明天,掌握当今食品微生物研究的热点和争论的问题,进而促进开拓与创新。

2. 理论与实践相结合。前面提到食品微生物是一门专业基础课,是食品科学与工程专业中联系基础课程与专业课程的纽带。食品微生物本身又有其自身的特殊性,一方面它是实践性很强的学科,可推动生物学科更快发展。同时,它又可以融合到各后期专业课程中。所以,在打好基础的情况下,注重与实践相结合,特别在与取之不尽的作为生物转化基质原料的农副产品和安全生产过程是很关键的结合点。目前已经取得部分成果,并且将继续成为研究与开发的重大领域!

3. 内容的取舍与编排。内容的取舍做到重点突出,层次分明,尽量以新成果、新成就又是成熟的内容替代陈旧的内容和实

例。选择有代表性的内容阐明充分发挥微生物在基质转化中的作用和机理。同时,根据部分微生物可能对食品和人类造成的危害,制定控制措施,使之洁净和安全生产。

在内容的编排上,根据食品微生物的特点,以微生物生态学观点为主线,审视微生物与其环境的关系,包括与农副产品基质原料、加工过程、产品、产品贮藏保鲜和运输、消费者的食品调配、食品酿造和发酵、人体营养与健康之间相互关系等,使微生物为食品和人类做出越来越多的贡献。

关于章节的编排,采用国外目前比较流行的形式,即章以下各节、点以阿拉伯数字表示,如第1章、第1节、第1大点,分别为第1章、1.1、1.1.1等。总目录表明章、节(章、1.1)为止,各章的分目录为章、节、点(章、1.1、1.1.1)为止,并在每章的分目录页中选择具有代表性图例,镶嵌其中,以图达到增加图文并茂的色彩。各章内容也注意适当增加图表,增强直观感。当然这是一种尝试,不足之处再版时进一步修改和完善。

微生物是一门实践性很强的学科,当它在对基质进行生物转化以及对微生物进行分析和检测时,又必须融合其他有关学科的最新成就,使微生物理论与技术不断深化和发展。

4. 为了使本书内容形象生动,并具有很强的新颖性、可读性和启发性,与国内、国际优秀教材接轨,我们参阅了大量的中外教材和文献,其中《微生物学》(沈萍等,2001)、《微生物学教程》(周德庆,1993)、《免疫学原理》(周光炎等,2000)是重要国内参考教材;国外教材主要参阅了《微生物生物学》(美 Medigan, M. T. 等著,杨文等译,2001)、《现代食品微生物学》(第五版,美 James M. Jay 编著,徐岩等译,2001)、《发酵食品微生物学》(第二版,英, Brian J. B. Wood 主编,徐岩译,2001)、《微生物学》(英, J. Nicklin 等著,林稚兰等译,2000,中文版及影印版)、《免疫学》(英, P. M. Lydyard 等,2000,影印版)。书后附有主要的参考书、常用微生物分类鉴定检索表,以便读者查阅和使用。

全书共分13章,南京农业大学江汉湖编写第1、10章,山西农业大学郝林编写第2章(大部分),上海水产大学李柏林编写第3章、第9章部分内容,解放军军需大学柳增善编写第4、12章部分内容,西南农业大学贺稚非编写第5章,南昌大学徐尔尼编写第6章,沈阳农业大学薛景珍编写第7章,南京农业大学董明盛编写第8章,湖南农业大学李宗军编写第9章,中国农业大学李平兰编写第11章,莱阳农学院丁立孝、南京农业大学邹晓葵编写第12章,以及黑龙江八一农垦大学王成涛编写第13章和第2章部分内容,附录由徐尔尼、王成涛、高瑀珑、姜梅编写。本教材江汉湖任主编,董明盛、李平兰、贺稚非、李宗军等为副主编,中国农业大学张麓和浙江大学吴金鹏为主审。

编写过程得到了编委所在的单位和领导的支持,全国高等农业院校教学指导委员会专家的支持,以及南京农业大学图书馆打印室的领导和员工同志所给予的大力支持和配合、南京农业大学食品科技学院食品微生物学科的博士高瑀珑、周剑忠、邱伟芬、段智变、韩永斌,硕士生陈晓红、王远亮、肖琳琳、冯美琴、刘新梅、刘小莉做了本书的编排和校阅等大量具体工作。在本书出版之际谨向他(她)们表示诚挚的谢意!

本书的编写在很多方面是一次改革的尝试,限于作者的水平和能力,不当和错漏之处在所难免,诚请广大师生、同行和读者批评指正。谢谢!

江汉湖

2001年12月18日

目 录

第三版前言
第二版前言
第一版前言

第 1 章	绪论	1
	1.1 微生物的概念	2
	1.2 微生物的特点	2
	1.3 微生物学及其分支学科	4
	1.4 食品微生物学的历史	4
	1.4.1 发现和认识微生物以前的历史	4
	1.4.2 微生物发现和微生物学发展的奠基者	5
	1.4.3 食品微生物学发展的历史	8
	1.5 食品微生物学及其未来	10
	复习思考题	11
第 2 章	微生物的形态与结构	12
	2.1 微生物的基本类型	13
	2.2 原核微生物：细菌	14
	2.2.1 细菌的形态、大小和排列	14
	2.2.2 细菌细胞的结构与功能	17
	2.2.3 细菌菌落形态	28
	2.3 真核微生物：真菌	29
	2.3.1 真菌营养体	29
	2.3.2 真菌细胞的结构与功能	30
	2.3.3 真菌的菌丝	35
	2.3.4 真菌菌落形态	39
	2.4 非细胞微生物：病毒	40
	2.4.1 病毒的基本特点	40
	2.4.2 病毒的形态与大小	40
	2.4.3 病毒的结构与功能	42
	2.4.4 病毒的复制与生长周期	45
	复习思考题	48

第 3 章	微生物的营养与生长	49
	3.1 微生物的营养	50
	3.1.1 微生物的六大营养素	50
	3.1.2 微生物的营养类型	56
	3.1.3 营养物质进入菌细胞的方式	57
	3.1.4 培养基	59
	3.2 微生物的生长	63
	3.2.1 微生物生长量的测定方法	64
	3.2.2 微生物的群体生长规律	66
	3.2.3 影响微生物生长的因素	71
	3.2.4 有害微生物的控制	77
	复习思考题	84
第 4 章	微生物的代谢	85
	4.1 概述	86
	4.2 微生物的能量代谢	88
	4.2.1 化能异养菌的生物氧化与产能	88
	4.2.2 自养菌的生物氧化与产能	99
	4.3 微生物的分解代谢与合成代谢	101
	4.3.1 分解代谢与大分子物质的降解	101
	4.3.2 合成代谢、生物大分子肽聚糖等的合成	107
	4.3.3 分解代谢与合成代谢的关系	113
	4.4 微生物的初级代谢和次级代谢	114
	4.4.1 微生物的初级代谢	114
	4.4.2 微生物的次级代谢	119
	4.4.3 微生物代谢调控	121
	复习思考题	122
第 5 章	微生物遗传与育种	124
	5.1 微生物遗传的物质基础	125
	5.1.1 DNA	125
	5.1.2 RNA	131
	5.1.3 朊病毒	132
	5.2 微生物的基因和基因组	132
	5.2.1 基因	132
	5.2.2 基因组	134
	5.3 质粒	137
	5.3.1 质粒的概念	137
	5.3.2 质粒的命名	138

	5.3.3 质粒的检测	139
	5.3.4 质粒的大小和复制	139
	5.3.5 质粒的分子结构	140
	5.3.6 质粒的主要类型	141
	5.4 微生物的基因突变与育种	143
	5.4.1 基因突变与育种	143
	5.4.2 遗传重组与育种	154
	5.5 微生物的基因重组与育种	160
	5.5.1 目的基因的分离	160
	5.5.2 目的基因的导入	161
	5.5.3 重组子的筛选和鉴定	164
	5.6 菌种的保藏与复壮	166
	5.6.1 菌种保藏技术	166
	5.6.2 菌种的退化与复壮	169
	复习思考题	171
第 6 章	微生物分子进化与分类学	173
	6.1 核糖体 RNA 序列分析与生物三域理论	174
	6.1.1 核糖体 RNA 序列分析原理与方法	174
	6.1.2 生物三域理论	176
	6.2 基因结构的进化及物种的形成	177
	6.2.1 基因结构的进化	177
	6.2.2 物种与物种的形成	179
	6.3 分类学与命名法则	180
	6.3.1 微生物的分类	180
	6.3.2 细菌分类鉴定的依据和方法	182
	6.4 细菌分类系统概要	186
	6.4.1 伯杰氏细菌分类系统	186
	6.4.2 原核生物分类系统	187
	6.4.3 食品中常见的细菌代表属概要	187
	6.5 真菌分类系统概要	189
	6.5.1 真菌的分类原则和依据	189
	6.5.2 真菌的分类系统	191
	6.5.3 食品中常见的真菌代表属概要	192
	复习思考题	194
第 7 章	微生物生态	195
	7.1 基本概念	196
	7.1.1 生态学与生态系统	196
	7.1.2 微生物生态学与微生物生态系统	197

	7.1.3 种群与群落	197
	7.1.4 微环境	198
	7.1.5 环境梯度与耐受限度	199
	7.1.6 食品中的微生物生态系	199
	7.2 微生物在自然界中的分布	201
	7.2.1 土壤中的微生物	201
	7.2.2 水体中的微生物	202
	7.2.3 空气中的微生物	203
	7.2.4 植物体表和体内的微生物	205
	7.2.5 动物体表和体内的微生物	205
	7.2.6 工农业产品中的微生物	209
	7.2.7 食品环境中的极端微生物	210
	7.3 微生物与生物环境间的相互关系	215
	7.3.1 互生关系	215
	7.3.2 拮抗关系	216
	7.3.3 共生关系	216
	7.3.4 寄生关系	216
	7.3.5 捕食关系	216
	7.4 微生物污染食品的途径	216
	7.4.1 内源性污染	217
	7.4.2 外源性污染	217
	7.4.3 食品中微生物的消长	218
	复习思考题	218
第 8 章	微生物与食品酿造	220
	8.1 酿造食品概述	221
	8.2 微生物与食品酿造	221
	8.2.1 细菌与食品酿造	222
	8.2.2 真菌与食品酿造	234
	8.2.3 微生物与酿造酒	240
	8.2.4 微生物与酿造调味品	249
	8.2.5 微生物与肉品发酵	259
	8.3 酿造食品的微生物危害	267
	8.3.1 酿造食品中的霉菌毒素	267
	8.3.2 酿造食品中的细菌危害	268
	复习思考题	268
第 9 章	免疫及其在食品中的应用	269
	9.1 免疫概述	270
	9.1.1 免疫的概念	270

9.1.2	免疫应答	271
9.1.3	免疫的主要功能	271
9.1.4	天然免疫与获得性免疫	271
9.1.5	免疫系统	272
9.1.6	免疫细胞	272
9.1.7	免疫分子	274
9.2	抗原	275
9.2.1	抗原的概念	275
9.2.2	抗原的特性	276
9.2.3	抗原的分类	277
9.2.4	抗原的制备	279
9.3	抗体	281
9.3.1	抗体的概念	281
9.3.2	Ig 分子的基本结构	281
9.3.3	Ig 的分类	283
9.3.4	Ig 的生理功能	283
9.3.5	抗体产生的规律——初次免疫应答和再次免疫应答	285
9.3.6	抗体的制备	285
9.4	体液免疫和细胞免疫	287
9.4.1	B 细胞介导的体液免疫	288
9.4.2	T 细胞介导的细胞免疫	288
9.4.3	联合抗感染	290
9.5	免疫在食品中的应用	292
9.5.1	血清学技术	293
9.5.2	抗原抗体反应与食品检测	296
9.5.3	免疫与功能食品研发	297
	复习思考题	297
第 10 章	食品腐败与食品保藏	298
10.1	食品的腐败变质	299
10.1.1	微生物引起食品腐败变质的基本条件	299
10.1.2	微生物引起食品腐败变质的鉴定	305
10.2	食品腐败变质的机理	307
10.2.1	食品中蛋白质的分解	307
10.2.2	食品中脂肪的分解	309
10.2.3	食品中碳水化合物的分解	309
10.3	食品腐败变质与食品类型的相关性	310
10.3.1	乳类的腐败变质	310
10.3.2	肉类的腐败变质	312