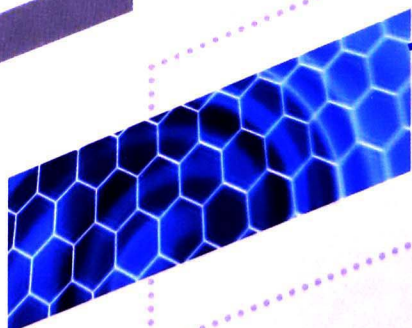
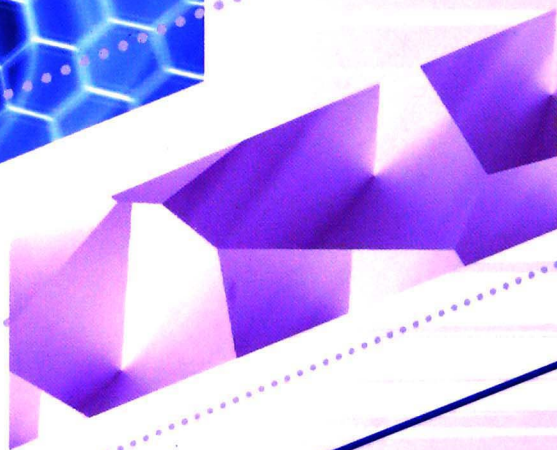
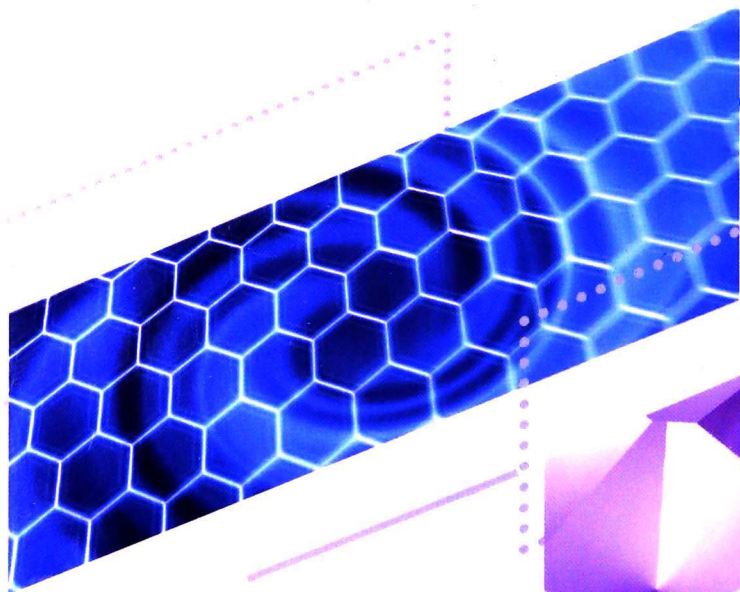




普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等院校食品质量与安全专业系列教材

食品生物技术

王岁楼 王艳萍 姜毓君 主编



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

全国高等院校食品质量与安全专业系列教材

食品生物技术

王岁楼 王艳萍 姜毓君 主编
王 硕 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要介绍了生物技术的基本原理与技术及其在食品科学与安全领域的应用, 突出了生物技术在食品防腐剂、食品营养与功能因子生产及在食品安全检测控制等方面应用的内容。全书共 16 章, 前 5 章主要介绍了生物技术的基本概念及基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程的基本原理与技术, 其余各章分别介绍了生物技术在食品加工保藏及质量安全控制等方面的应用。

本书可作高等学校食品质量与安全、食品科学与工程、生物技术与工程等专业的教材或参考书, 也可供相关专业领域的科技人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品生物技术/王岁楼, 王艳萍, 姜毓君主编. —北京: 科学出版社, 2013

(普通高等教育“十二五”规划教材·全国高等院校食品质量与安全专业系列教材)

ISBN 978-7-03-038860-5

I. ①食… II. ①王… ②王… ③姜… III. ①生物技术-应用-食品工业-高等学校-教材 IV. ①TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 243803 号

责任编辑: 张 斌 / 责任校对: 王万红
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencecp.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 11 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 11 月第一次印刷 印张: 31 1/4

字数: 741 000

定价: 63.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

本书编写委员会

- | | | |
|-----|-----------|----------|
| 主 编 | 王岁楼 教授 | 中国药科大学 |
| | 王艳萍 教授 | 天津科技大学 |
| | 姜毓君 教授 | 东北农业大学 |
| 副主编 | 吴拥军 教授 | 贵州大学 |
| | 张红印 教授 | 江苏大学 |
| | 徐 虹 教授 | 南京工业大学 |
| 编 委 | (按姓氏拼音排序) | |
| | 陈 卫 副教授 | 浙江大学 |
| | 陈忠正 副教授 | 华南农业大学 |
| | 胡爱军 副教授 | 天津科技大学 |
| | 胡永金 教授 | 云南农业大学 |
| | 黄现青 副教授 | 河南农业大学 |
| | 赖卫华 教授 | 南昌大学 |
| | 梁新红 副教授 | 河南科技学院 |
| | 裴世春 教授 | 齐齐哈尔大学 |
| | 朴美子 副教授 | 青岛农业大学 |
| | 綦国红 副教授 | 中国药科大学 |
| | 邵彦春 副教授 | 华中农业大学 |
| | 生 威 副教授 | 天津科技大学 |
| | 吴 跃 副教授 | 中南林业科技大学 |
| | 徐金瑞 副教授 | 广东药学院 |
| | 杨 瑶 副教授 | 南京师范大学 |
| | 张桂和 教授 | 海南大学 |
| | 张永生 副教授 | 河南科技学院 |
| | 张玉斌 副教授 | 甘肃农业大学 |
| | 赵旭博 副教授 | 西北农林科技大学 |
| | 郑亚凤 副教授 | 福建农林大学 |
| | 周文文 副教授 | 浙江大学 |
| 主 审 | 王 硕 教授 | 天津科技大学 |

前 言

生物技术既是历史悠久的传统技术，也是充满活力与生机的现代高新技术。以基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程为主要内容的现代生物技术，正在推动世界工业革命的进程，也在以前所未有的速度冲击着人类固有的传统观念。生物技术在解决社会面临的能源危机、环境污染、恶性肿瘤和食品短缺等问题上具有重大的现实和潜在作用，备受各国政府、企业和科技界的推崇，已被许多国家列入各级各类高技术研究发展计划。

生物技术最早开发应用的领域是食品加工与保藏。古代的酿酒、酿醋、制酱、制饴等传统的食品制作过程，实际上都是对微生物及酶的活性加以有效利用的技术。随着生物技术理论和方法的不断趋于完善、成熟，它对现代食品工业的影响也更加广泛而深入。可以预期，生物技术在食品领域的应用，包括在优质食品原料生产、食品加工与保藏、食品质量与安全控制、食品生产废弃物利用及改善和增加食品营养价值等方面，都将日益显示其巨大的作用与意义。

为适应近年来食品生物技术学科的快速发展及食品类专业教学工作的需要，在教育部食品与营养科学教指委及科学出版社的支持下，编者组织编写了本书。与同类书籍相比，本书突出了生物技术在食品科学与安全领域的应用，比如，加大了生物技术在食品防腐剂、食品营养与功能因子生产及在食品安全检测控制等方面应用的内容。全书共 16 章。第一至五章是总论，为生物技术的基本内容，也是基本教学内容，主要简述生物技术的基本概念及基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程的基本原理与技术，不介绍应用。其余各章是分论，全部讲述应用，各章相对独立，可以根据学时和需要取舍，其中第六至十章介绍生物技术在食品加工生产与保藏保鲜方面的应用；第十一至十五章分别介绍分子生物学技术、免疫学技术、基因芯片和生物传感器技术等现代生物技术在食品安全检测与控制方面的应用；第十六章介绍转基因食品的安全性评价与管理。

本书由王岁楼、王艳萍、姜毓君教授任主编，吴拥军、张红印、徐虹教授任副主编。大纲经全体编者多次讨论拟定，全书审稿、统稿、定稿由主编负责，各章具体编写人员见各章末标注。天津科技大学校长、教育部长江学者特聘教授王硕博士在百忙之中审阅书稿并提出许多宝贵建议，编者深表谢意。除编者自己的教学和学术经验外，编者在写作过程中还参考了大量的国内外相关文献，谨此向原作者表示诚挚的感谢。由于能力和时间所限，书中错误与不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 生物技术的定义、范畴及应用领域 | 1 |
| 一、生物技术的定义 | 2 |
| 二、生物技术的范畴 | 3 |
| 三、生物技术的研究与应用领域 | 4 |
| 四、生物技术的发展前景 | 5 |
| 第二节 食品生物技术的定义、范畴及应用领域 | 6 |
| 一、食品生物技术的定义 | 6 |
| 二、食品生物技术的范畴 | 7 |
| 三、食品生物技术的研究与应用领域 | 8 |
| 四、食品生物技术的发展前景 | 8 |
| 第三节 食品生物技术的发展历程与理论基础 | 9 |
| 一、食品生物技术的发展历程 | 9 |
| 二、食品生物技术的理论基础 | 11 |
| 第四节 食品生物技术与食品科学及安全 | 13 |
| 一、食品生物技术是推进食品工业发展的核心技术 | 13 |
| 二、食品生物技术是食品安全监控的重要技术手段 | 14 |
| 三、本书的内容、教学目标和要求 | 15 |
| 参考文献 | 15 |
| 第二章 基因工程 | 17 |
| 第一节 基因工程概述 | 18 |
| 一、基因工程的概念 | 18 |
| 二、基因工程的发展历程 | 18 |
| 三、基因工程的发展前景 | 20 |
| 第二节 基因工程的理论依据 | 20 |
| 一、核酸与基因 | 20 |
| 二、DNA 复制 | 23 |
| 第三节 核酸的制备与检测 | 25 |
| 一、DNA 的分离纯化和检测 | 25 |
| 二、RNA 的分离纯化 | 28 |
| 三、mRNA 的分离与纯化 | 29 |
| 四、RNA 的检测 | 30 |
| 第四节 常用工具酶和基因载体 | 31 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 一、基因工程常用工具酶 | 31 |
| 二、基因工程常用载体 | 36 |
| 第五节 目的基因的分离与修饰 | 45 |
| 一、目的基因的制备方法 | 45 |
| 二、目的基因的分离策略 | 50 |
| 三、基因的突变与修饰 | 51 |
| 第六节 重组基因导入受体细胞 | 55 |
| 一、目的基因与载体的连接（重组与克隆） | 55 |
| 二、受体细胞 | 57 |
| 三、重组 DNA 向受体的转化 | 58 |
| 四、重组体的筛选与外源基因的鉴定 | 64 |
| 第七节 外源目的基因表达与调控 | 71 |
| 一、基因表达的调控元件 | 71 |
| 二、外源基因表达调控的机制 | 73 |
| 三、外源基因表达调控系统 | 77 |
| 第八节 蛋白质工程和分子进化工程简介 | 84 |
| 一、蛋白质工程 | 84 |
| 二、分子进化工程 | 87 |
| 参考文献 | 90 |
| 第三章 细胞工程 | 91 |
| 第一节 细胞工程概述 | 91 |
| 一、细胞工程的定义 | 91 |
| 二、细胞工程的发展历程 | 92 |
| 三、细胞工程的研究内容 | 93 |
| 四、细胞工程的发展前景 | 93 |
| 第二节 植物细胞工程 | 94 |
| 一、植物细胞与组织培养技术 | 94 |
| 二、植物细胞融合技术 | 98 |
| 三、植物细胞质工程技术 | 99 |
| 四、植物染色体工程技术 | 100 |
| 第三节 动物细胞工程 | 102 |
| 一、动物细胞培养技术 | 102 |
| 二、动物细胞融合技术 | 104 |
| 三、干细胞技术 | 107 |
| 第四节 微生物细胞的原生质体融合技术 | 108 |
| 一、原生质体的制备 | 108 |
| 二、原生质体的融合与再生 | 109 |
| 三、杂合子的筛选 | 110 |

| | |
|------------------------|------------|
| 第五节 动植物细胞生物反应器 | 110 |
| 一、动物细胞培养用生物反应器 | 110 |
| 二、植物细胞培养用生物反应器 | 114 |
| 参考文献 | 117 |
| 第四章 酶工程 | 118 |
| 第一节 酶工程概述 | 119 |
| 一、酶工程的定义 | 119 |
| 二、酶工程发展历程 | 119 |
| 三、酶工程研究内容 | 120 |
| 四、酶工程发展前景 | 122 |
| 第二节 酶生产与修饰 | 123 |
| 一、酶生产 | 123 |
| 二、酶修饰 | 127 |
| 第三节 酶和细胞的固定化技术 | 132 |
| 一、固定化酶的制备 | 132 |
| 二、固定化酶的性质 | 134 |
| 三、影响固定化酶性质的因素 | 136 |
| 四、固定化活细胞 | 136 |
| 第四节 酶动力学 | 137 |
| 一、酶的基本动力学 | 137 |
| 二、多底物酶促反应动力学 | 138 |
| 三、影响酶促反应的因素 | 141 |
| 第五节 酶反应器 | 145 |
| 一、酶反应器的分类 | 145 |
| 二、酶反应器的选择 | 147 |
| 三、酶反应器的发展前景 | 149 |
| 参考文献 | 149 |
| 第五章 发酵工程 | 151 |
| 第一节 发酵工程概述 | 152 |
| 一、发酵工程的定义 | 152 |
| 二、发酵工程的发展历程 | 152 |
| 三、发酵工程的研究内容与发展前景 | 153 |
| 第二节 发酵菌种选育 | 155 |
| 一、菌种的来源 | 155 |
| 二、菌种的分离和筛选 | 157 |
| 三、菌种的选育 | 158 |
| 四、菌种的衰退、复壮和保藏 | 163 |
| 第三节 发酵培养基设计 | 164 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 一、发酵工业培养基的成分和来源 | 164 |
| 二、发酵培养基设计与优化 | 166 |
| 第四节 发酵动力学与发酵过程优化控制 | 170 |
| 一、发酵动力学 | 170 |
| 二、发酵过程优化控制 | 174 |
| 第五节 发酵设备 | 177 |
| 一、厌氧发酵设备 | 177 |
| 二、通风发酵设备 | 178 |
| 第六节 发酵产物分离纯化 | 180 |
| 一、发酵液的预处理及固液分离 | 181 |
| 二、微生物细胞破碎 | 182 |
| 三、提取 | 184 |
| 四、精制 | 187 |
| 第七节 基因工程菌的发酵技术 | 191 |
| 一、基因工程菌的不稳定性 | 191 |
| 二、基因工程菌发酵工艺的控制 | 193 |
| 参考文献 | 196 |
| 第六章 生物技术在食品加工中的应用 | 197 |
| 第一节 基因工程在食品加工原料(动植物)改良中的应用 | 198 |
| 一、基因工程对植物性食品原料的改良 | 198 |
| 二、基因工程对动物性食品原料的改良 | 202 |
| 第二节 基因工程在食品加工菌种改良中的应用 | 205 |
| 一、微生物菌种性能的改良 | 206 |
| 二、提高微生物发酵产量 | 209 |
| 三、改变微生物的生物合成途径以获得新产品 | 210 |
| 第三节 动植物细胞工程在食品加工中的应用 | 211 |
| 一、植物细胞工程与植物来源生物产品的生产 | 211 |
| 二、动物细胞工程法生产大分子生物制品 | 214 |
| 三、固定化动植物细胞技术在食品工业中的应用 | 214 |
| 第四节 微生物细胞及原生质体融合技术在食品加工中的应用 | 215 |
| 一、酵母菌原生质体融合在食品生产中的应用 | 215 |
| 二、食用菌原生质体融合在食品生产中的应用 | 216 |
| 三、其他食品微生物原生质体融合在食品生产中的应用 | 217 |
| 第五节 酶工程在食品加工中的应用 | 217 |
| 一、酶在酿造业中的应用 | 218 |
| 二、酶在制糖工业中的应用 | 219 |
| 三、酶在焙烤业中的应用 | 219 |
| 四、酶在肉类工业中的应用 | 220 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| 五、酶在乳品工业中的应用 | 221 |
| 六、酶在果蔬加工中的应用 | 222 |
| 七、酶在食品储藏保鲜中的应用 | 222 |
| 第六节 发酵工程在食品加工中的应用 | 223 |
| 一、改进传统食品加工工艺 | 223 |
| 二、单细胞蛋白 (SCP) 的生产 | 224 |
| 三、开发功能性食品 | 224 |
| 四、微生物油脂的生产 | 226 |
| 五、开发新糖源 | 226 |
| 六、在饮料加工上的应用 | 226 |
| 第七节 生物技术在食品加工副产物综合利用中的应用 | 227 |
| 一、概述 | 227 |
| 二、在粮油加工副产物综合利用中的应用 | 227 |
| 三、在果蔬加工副产物综合利用中的应用 | 228 |
| 四、在畜产品加工副产物综合利用中的应用 | 228 |
| 五、在水产品加工副产物综合利用中的应用 | 229 |
| 参考文献 | 229 |
| 第七章 生物技术在食品储藏保鲜中的应用 | 231 |
| 第一节 概述 | 231 |
| 一、生物保鲜的一般机理 | 232 |
| 二、生物保鲜技术的分类 | 232 |
| 第二节 生物技术在果蔬保鲜中的应用 | 232 |
| 一、酶在果蔬防腐保鲜中的应用 | 232 |
| 二、微生物在果蔬防腐保鲜中的应用 | 233 |
| 第三节 生物技术在粮油类食品防霉保鲜中的应用 | 234 |
| 一、在粮油类食品防霉保鲜中的应用 | 234 |
| 二、在粮油类食品加工及质量控制中的应用 | 235 |
| 三、粮油类食品中黄曲霉毒素的生物去除方法 | 240 |
| 第四节 生物技术在畜禽类食品保鲜中的应用 | 241 |
| 一、概述 | 241 |
| 二、酶的应用 | 242 |
| 三、微生物的应用 | 242 |
| 四、生物防腐剂的应用 | 242 |
| 第五节 生物技术在水产品防腐保鲜中的应用 | 242 |
| 一、概述 | 242 |
| 二、酶在水产品防腐保鲜中的应用 | 242 |
| 三、微生物在水产品保鲜中的应用 | 243 |
| 四、生物保鲜剂在水产品防腐保鲜中的应用 | 244 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 第六节 其他生物保藏保鲜技术 | 245 |
| 一、传统的食品发酵保藏技术 | 245 |
| 二、基因工程保鲜技术 | 247 |
| 参考文献 | 247 |
| 第八章 生物技术在食品防腐剂生产中的应用 | 249 |
| 第一节 生物防腐剂概述 | 249 |
| 一、生物防腐剂的概念及发展历史与现状 | 249 |
| 二、微生物发酵法生产防腐剂的技术原理 | 250 |
| 第二节 乳酸链球菌素 | 251 |
| 一、概述 | 251 |
| 二、生物合成原理 | 253 |
| 三、菌种 | 253 |
| 四、生产工艺 | 253 |
| 五、在食品中的应用 | 255 |
| 第三节 纳他霉素 | 258 |
| 一、概述 | 258 |
| 二、生物合成原理 | 259 |
| 三、菌种 | 259 |
| 四、生产工艺 | 259 |
| 五、在食品中的应用 | 263 |
| 第四节 ϵ -聚赖氨酸 | 265 |
| 一、概述 | 265 |
| 二、生物合成原理 | 265 |
| 三、菌种 | 266 |
| 四、生产工艺 | 268 |
| 五、在食品中的应用 | 269 |
| 第五节 曲酸 | 271 |
| 一、概述 | 271 |
| 二、菌种 | 271 |
| 三、发酵工艺 | 272 |
| 四、提取和精制 | 273 |
| 五、在食品中的应用 | 273 |
| 第六节 抗菌肽 | 274 |
| 一、概述 | 274 |
| 二、微生物抗菌肽 | 276 |
| 三、菌种 | 277 |
| 四、发酵工艺 | 278 |
| 五、在食品中的应用 | 280 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 第七节 其他生物防腐剂 | 281 |
| 一、溶菌酶 | 281 |
| 二、壳聚糖 | 282 |
| 三、有机酸 | 283 |
| 四、过氧化氢 | 284 |
| 五、双乙酰 | 284 |
| 参考文献 | 285 |
| 第九章 生物技术在食品营养与功能因子生产中的应用 | 286 |
| 第一节 概述 | 287 |
| 一、食品添加剂的重要作用与发展方向 | 287 |
| 二、利用生物技术开发食品添加剂及功能因子的概况 | 288 |
| 第二节 生物技术在营养强化剂生产中的应用 | 288 |
| 一、营养强化剂概述 | 288 |
| 二、维生素 | 289 |
| 三、矿物质 | 292 |
| 四、氨基酸 | 293 |
| 第三节 生物技术在功能性多糖生产中的应用 | 295 |
| 一、功能性多糖概述 | 295 |
| 二、灵芝多糖 | 296 |
| 三、香菇多糖 | 297 |
| 四、其他多糖 | 298 |
| 第四节 生物技术在功能性低聚糖生产中的应用 | 299 |
| 一、功能性低聚糖概述 | 299 |
| 二、低聚果糖 | 300 |
| 三、低聚异麦芽糖 | 301 |
| 四、低聚木糖 | 302 |
| 五、海藻糖 | 303 |
| 六、木糖醇 | 304 |
| 第五节 生物技术在功能性多肽生产中的应用 | 305 |
| 一、功能性多肽概述 | 305 |
| 二、谷胱甘肽 | 306 |
| 三、降血压肽 | 308 |
| 四、免疫调节肽 | 310 |
| 五、高 F 值寡肽 | 311 |
| 六、酪蛋白磷酸肽 | 311 |
| 七、大豆蛋白多肽 | 312 |
| 八、玉米肽 | 312 |
| 九、胶原多肽 | 313 |

| | | |
|------|----------------------|-----|
| 第六节 | 生物技术在功能性油脂生产中的应用 | 313 |
| 一、 | 功能性油脂概述 | 313 |
| 二、 | DHA 和 EPA | 314 |
| 三、 | γ -亚麻酸 | 315 |
| 四、 | 花生四烯酸 | 316 |
| 五、 | 共轭亚油酸 (CLA) | 317 |
| 第七节 | 生物技术在功能性酶蛋白生产中的应用 | 318 |
| 一、 | 超氧化物歧化酶 (SOD) | 318 |
| 二、 | 谷胱甘肽过氧化物酶 | 319 |
| 三、 | 其他酶 | 319 |
| 第八节 | 生物技术在功能性菌剂生产中的应用 | 320 |
| 一、 | 益生菌、益生元和益生菌制剂的概念 | 320 |
| 二、 | 乳酸菌与乳酸菌益生菌制剂 | 321 |
| 三、 | 双歧杆菌与双歧杆菌益生菌制剂 | 322 |
| 四、 | 芽孢杆菌与芽孢杆菌益生菌制剂 | 322 |
| | 参考文献 | 323 |
| 第十章 | 生物技术在食品添加剂生产中的应用 | 324 |
| 第一节 | 生物技术在食品调味剂和香料生产中的应用 | 324 |
| 一、 | 食品酸味剂 | 324 |
| 二、 | 食品甜味剂 | 326 |
| 三、 | 食品鲜味剂 | 330 |
| 四、 | 香料 | 333 |
| 第二节 | 生物技术在食用天然色素生产中的应用 | 334 |
| 一、 | 红曲色素 | 334 |
| 二、 | β -胡萝卜素 | 335 |
| 第三节 | 生物技术在食品增稠剂和乳化剂生产中的应用 | 335 |
| 一、 | 黄原胶 | 335 |
| 二、 | 凝结多糖 | 337 |
| 三、 | 茁霉多糖 | 338 |
| 四、 | β -环状糊精 | 339 |
| 第四节 | 生物技术在食品酶制剂生产中的应用 | 340 |
| 一、 | 淀粉酶 | 340 |
| 二、 | 蛋白酶 | 344 |
| 三、 | 脂肪酶 | 345 |
| 四、 | 其他酶 | 346 |
| | 参考文献 | 347 |
| 第十一章 | 分子生物学技术在食品检测中的应用 | 348 |
| 第一节 | 分子生物学检测技术概述 | 348 |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| 第二节 核酸探针技术及其在食品微生物检测中的应用 | 350 |
| 一、核酸探针技术 | 350 |
| 二、核酸探针技术在食品微生物检测中的应用 | 354 |
| 第三节 聚合酶链式反应 (PCR) 技术 | 355 |
| 一、PCR 技术原理 | 355 |
| 二、常规 PCR 技术反应过程及操作要点 | 356 |
| 三、常规 PCR 技术的优缺点 | 359 |
| 四、其他改进型 PCR 技术介绍 | 360 |
| 第四节 PCR 相关技术 | 364 |
| 一、概述 | 364 |
| 二、RFLP 和 PCR-RFLP 技术 | 365 |
| 三、RAPD 技术 | 365 |
| 四、AFLP 技术 | 365 |
| 五、SSR 和 ISSR 技术 | 365 |
| 六、SNP 和 PCR-SSCP 技术 | 366 |
| 七、DGGE 和 TGGE 技术 | 366 |
| 第五节 PCR 技术在食品微生物检测中的应用 | 367 |
| 一、在食源性病菌检测中的应用 | 367 |
| 二、在益生菌检测及鉴定中的应用 | 371 |
| 第六节 PCR 技术在转基因食品及转基因成分检测中的应用 | 371 |
| 一、在转基因食品检测中的应用 | 371 |
| 二、在食品转基因成分检测中的应用 | 373 |
| 参考文献 | 375 |
| 第十二章 免疫学技术在食品检测中的应用 | 376 |
| 第一节 免疫学技术概述 | 376 |
| 一、抗原、抗体及免疫学的概念 | 377 |
| 二、免疫学方法的分类 | 380 |
| 三、食品检测中常见的免疫学技术概述 | 381 |
| 第二节 抗原和抗体的制备 | 382 |
| 一、抗原、半抗原及超级抗原的制备与改造 | 382 |
| 二、多克隆抗体的制备 | 385 |
| 三、单克隆抗体的制备与纯化 | 386 |
| 四、基因工程抗体 | 391 |
| 第三节 单克隆抗体技术在食品安全检测中的应用 | 392 |
| 一、在食源性致病菌检测中的应用 | 392 |
| 二、在毒素检测中的应用 | 392 |
| 第四节 免疫层析技术 | 394 |
| 一、免疫层析原理 | 394 |

| | |
|----------------------------------------|------------|
| 二、免疫层析试纸条材料的选择 | 395 |
| 三、免疫层析技术的研究进展 | 397 |
| 第五节 免疫层析技术在食品安全检测中的应用 | 398 |
| 一、胶体金免疫层析试纸条在食品安全中的应用 | 398 |
| 二、量子点免疫层析试纸条在食品安全中的应用 | 400 |
| 三、荧光微球免疫层析试纸条在食品安全中的应用 | 401 |
| 四、上转磷光免疫层析试纸条在食品安全中的应用 | 402 |
| 五、纳米磁珠标记免疫层析 | 403 |
| 第六节 酶联免疫吸附技术 (ELISA) | 403 |
| 一、ELISA 的基本原理 | 403 |
| 二、ELISA 的种类及优缺点 | 404 |
| 三、酶标记物的制备 | 405 |
| 四、ELISA 分析方法 | 407 |
| 五、酶联免疫检测技术的发展现状与存在问题 | 410 |
| 第七节 酶联免疫检测技术在食品领域的应用 | 411 |
| 一、食品有害微生物的检测 | 411 |
| 二、食品中农药和抗生素残留的检测 | 412 |
| 三、食品中其他有毒有害成分的检测 | 414 |
| 四、在转基因食品检测中的应用 (双抗夹心 ELISA 检测技术) | 415 |
| 参考文献 | 415 |
| 第十三章 生物芯片技术在食品检测中的应用 | 417 |
| 第一节 生物芯片的概念与分类 | 417 |
| 一、生物芯片的基本概念 | 417 |
| 二、生物芯片的分类 | 419 |
| 三、生物芯片的种类 | 420 |
| 第二节 基因芯片的原理与制备 | 422 |
| 一、基因芯片的基本原理 | 422 |
| 二、基因芯片的制备 | 423 |
| 第三节 基因芯片技术在食品安全质量检测中的应用 | 424 |
| 一、在转基因食品检测中的应用 | 424 |
| 二、在食源性致病菌检测中的应用 | 426 |
| 三、在农、兽药残留检测中的应用 | 427 |
| 第四节 蛋白质芯片及其在食品质量安全控制中的应用 | 428 |
| 一、蛋白质芯片概述 | 428 |
| 二、蛋白质芯片-飞行质谱技术的组成与原理 | 429 |
| 三、蛋白质芯片-飞行质谱技术在食品质量控制中的应用 | 431 |
| 参考文献 | 434 |

| | |
|----------------------------------------|-----|
| 第十四章 生物传感器技术在食品检测中的应用 | 436 |
| 第一节 生物传感器的概念与分类 | 437 |
| 一、生物传感器的概念 | 437 |
| 二、生物传感器的分类 | 438 |
| 第二节 生物传感器的组成与原理 | 439 |
| 一、生物传感器的基本组成 | 439 |
| 二、生物传感器的工作原理 | 440 |
| 第三节 生物传感器的制备技术 | 441 |
| 一、酶传感器的制备 | 441 |
| 二、微生物传感器的制备 | 443 |
| 三、免疫传感器的制备 | 444 |
| 四、其他生物传感器的制备 | 445 |
| 第四节 生物传感器技术在食品分析中的应用 | 447 |
| 一、食品新鲜度分析 | 447 |
| 二、食品成分及添加剂分析 | 448 |
| 三、农药和抗生素残留分析 | 450 |
| 四、食品微生物及其毒素分析 | 453 |
| 参考文献 | 456 |
| 第十五章 生物技术在食品安全溯源及预警管理中的应用 | 457 |
| 第一节 概述 | 458 |
| 一、食品安全溯源体系及发展现状 | 458 |
| 二、食品安全溯源体系的建立 | 458 |
| 三、食品安全溯源体系中应用生物技术的概况 | 460 |
| 第二节 基于RFID技术的食品安全溯源系统 | 460 |
| 一、RFID系统的组成及工作原理 | 460 |
| 二、基于RFID技术的食品安全可溯源系统 | 462 |
| 第三节 SSR和ISSR技术在食品溯源中的应用 | 464 |
| 一、SSR和ISSR技术概述 | 464 |
| 二、在食品溯源中的应用 | 465 |
| 第四节 其他食品安全指纹跟踪与追溯系统 | 466 |
| 一、同位素指纹跟踪与追溯系统 | 466 |
| 二、矿物元素指纹跟踪与追溯系统 | 468 |
| 参考文献 | 468 |
| 第十六章 转基因食品及其安全性评价与管理 | 470 |
| 第一节 转基因食品概述 | 471 |
| 一、转基因食品的定义 | 471 |
| 二、转基因食品的分类 | 471 |
| 三、转基因食品的主要特点 | 472 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 第二节 转基因食品的安全性问题 | 473 |
| 一、转基因食品安全性问题的由来 | 473 |
| 二、转基因食品的安全性问题 | 474 |
| 第三节 转基因食品的安全性评价 | 475 |
| 一、转基因食品安全性评价的目的 | 475 |
| 二、转基因食品安全性评价的基本原则 | 476 |
| 三、转基因食品安全性评价的内容和方法 | 478 |
| 第四节 转基因食品的管理及相关法规 | 479 |
| 一、转基因食品的管理 | 479 |
| 二、国外转基因食品的管理及相关法规 | 480 |
| 三、国内转基因食品的管理及相关法规 | 481 |
| 参考文献 | 481 |