



高等职业教育“十二五”规划教材

食品微生物学及其技能训练

SHIPIN WEISHENGWUXUE
JIQI JINENG XUNLIAN

李志香 张家国◎主编

中国轻工业出版社



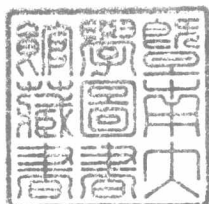
T5201.3
J9122

阅 览

高等职业教育“十二五”规划教材

食品微生物学及其 技能训练

李志香 张家国 主编



 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品微生物学及其技能训练/李志香, 张家国主编.

—北京: 中国轻工业出版社, 2011.8

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5019-8315-5

I. ①食… II. ①李… ②张… 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 (2011) 第 124352 号

责任编辑: 张 靓 责任终审: 唐是雯 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 锋尚设计 责任校对: 杨 琳 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 22.25

字 数: 433 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-8315-5 定价: 39.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

101233J2X101ZBW

本系列教材编委会

(按姓氏笔画排列)

主 任 丁立孝

副主任 王宗湖 方 丽 冯 蕾 李志香 李公斌

委 员 王方坤 吕祝章 刘丹赤 衣建龙 孙清荣
李慧东 李 扬 李京东 宋传升 张玉华
张玉清 张瑞菊 张 峰 张家国 陈红霞
胡会萍 倪雪朋 黄贤刚 黄 莉 臧剑甬

顾 问 王树庆 亓俊忠 孙连富

本书编委会

主 编 李志香 齐鲁师范学院
 张家国 山东商业职业技术学院

副 主 编 史晓华 济南铁道职业技术学院
 鲁 梅 潍坊工程职业学院
 胡晓文 日照职业技术学院

参编人员 （按姓氏笔画排序）

丁宏伟 齐鲁师范学院
刘 敏 山东省农业管理干部学院
庄晓辉 山东科技职业学院
杨艳芬 山东经贸职业学院
吴春涛 东营职业学院
张 帆 齐鲁师范学院
段容帅 山东商业职业技术学院
徐 琛 齐鲁师范学院

主 审 赵 勇 青岛啤酒（济南）有限公司

《前言》

随着我国社会主义现代化建设的进程,需要培养和造就大批高技能人才。教材是“教”和“学”的依托,是实现人才培养目标,进一步推进和深化高职高专课程体系和教学内容改革的体现。本教材依据“适度、够用为度;宽泛、新颖、实用为本”的原则,力求突出高等职业教育特色,体现实用性和实践性,理论与实践相结合,着力加强学生应用能力和动手操作技能的培养。为增强教材的实用性,在教材编写过程中,对全国各高职高专院校食品类专业建设做了大量的调研,广泛征求了食品企业专家和食品微生物授课教师的意见和建议,组织从事高职高专教学多年的教师编写。

本教材共分两篇,第一篇为食品微生物学基础,由十章组成,包括各类微生物的形态结构等生物学特性、微生物的营养生长及其控制、微生物代谢、遗传变异与育种、微生物与食品变质、食品微生物生态、微生物与食品安全、微生物与机体免疫等知识,并突出食品微生物学的实践应用。为扩大学生的知识领域,培养学生分析问题的能力,每章结尾均附有“知识窗”和“复习与思考题”。第二篇为技能训练部分:由实验室安全、基础实验、实训项目、综合实验、设计实验五部分组成。第十一章是让学生认识微生物学实验室并进行必要的安全教育和意外事故的处置方法;第十二章基础实验包括了食品微生物学实验最基本的操作和技能训练,使学生掌握食品微生物学的基本知识与基本技能;我们把与生产实践相关的有关微生物制种、分离、发酵技术等汇编为第十三章实训项目,拟在基础实验的基础上通过相关实操训练,进一步提高学生联系生产实践的动手能力,以缩短学生的职业适应期,同时也为综合实验和设计实验奠定基础;第十四章综合实验是运用综合知识由多种实验手段和方法技术的实验内容组成,主要训练学生对所学知识和实验技术的综合运用,培养分析问题、解决问题的能力,从而为设计实验的顺利开展做好准备;第十五章设计实验拟通过学生自行调研、查找资料,自行设

计实验方案,独立分析解决问题,培养学生的创新思维。实验、实训项目又分必做与选做,以方便任课教师根据本单位教学实际进行选择,从而留有一定的空间和余地。

本教材由李志香和张家国主编,史晓华、鲁梅、胡晓文为副主编。第一章、第十三章和第十四章的必做项目和必做实验、第十五章由李志香编写,第二章、第三章由刘敏编写,第四章由吴春涛编写,第五章由史晓华编写,第六章由庄晓辉编写,第七章由鲁梅编写,第八章由杨艳芬编写,第九章由胡晓文编写,第十章和第十三章的实训九由段容帅编写,第十一章和附录 I 由徐琛编写,第十二章和附录 II 由丁宏伟编写,第十二章、第十三章和第十四章的选做项目和选做实验由张帜编写。赵勇对本书的有关生产实践部分进行了审查。全书由李志香统稿。

由于编者水平所限,错误和不妥之处在所难免,敬请读者不吝赐教和批评指正。

编者

2011 年 3 月

《 目 录

1 第一篇 | 食品微生物学基础

1 第一章 绪论

- 1 第一节 微生物学的研究对象、任务和分科
- 1 一、微生物的概念及主要类群
- 4 二、食品微生物学的研究内容和任务
- 5 三、食品微生物学与其他学科的关系
- 6 第二节 微生物学的形成与发展
- 6 一、古代对微生物的认识和利用（史前期、推测时期）
- 7 二、微生物的发现与奠基
- 8 三、近现代微生物学的发展
- 10 四、微生物学应用展望及其所对应的职业岗位
- 10 知识窗 微生物的命名与分类
- 11 复习与思考题

12 第二章 原核微生物

- 12 第一节 细菌
- 12 一、细菌的形态与大小
- 15 二、细菌的细胞结构与功能
- 24 三、细菌的繁殖方式
- 25 四、细菌的群体形态与培养特征
- 26 五、食品工业中常见的细菌
- 28 第二节 放线菌
- 28 一、放线菌与人类的关系
- 29 二、放线菌的形态结构
- 30 三、放线菌的繁殖方式
- 30 四、放线菌的菌落特征

- 31 五、放线菌的代表属——链霉菌属
- 31 六、其他放线菌属
- 32 七、放线菌在生产中的应用
- 32 知识窗 其他原核微生物
- 37 复习与思考题

38 第三章 真核微生物

- 38 第一节 真核微生物概述
- 39 一、真核微生物与原核微生物的比较
- 39 二、真核微生物的主要类群
- 40 三、真核微生物的细胞构造
- 43 第二节 酵母菌
- 43 一、酵母菌与人类的关系
- 43 二、酵母菌的形态结构
- 44 三、酵母菌的繁殖方式
- 46 四、酵母菌的菌落与培养特征
- 47 五、食品工业中的酵母菌
- 49 第三节 霉菌
- 49 一、霉菌与人类的关系
- 49 二、霉菌的形态结构
- 52 三、霉菌的繁殖方式
- 54 四、霉菌的菌落及培养特征
- 54 五、食品工业中的常见霉菌
- 58 第四节 大型真菌——蕈菌
- 58 一、菌体的形态结构
- 61 二、常见食用菌
- 62 知识窗 经济真菌
- 64 复习与思考题

65 第四章 病毒

- 65 第一节 病毒的形态结构与化学组成
- 65 一、病毒的形态与大小
- 67 二、病毒的结构与化学组成
- 69 第二节 病毒的增殖

69	一、病毒的繁殖方式
71	二、病毒的群体特征
71	三、噬菌体的效价
72	第三节 亚病毒
72	一、类病毒
73	二、拟病毒
74	三、朊病毒
74	第四节 病毒的危害及其应用
75	一、食源性病毒的危害
75	二、病毒的应用
76	知识窗 “以毒攻毒” 利用病毒杀灭细菌
77	复习与思考题

78 第五章 微生物的营养生长及其控制

78	第一节 微生物的营养物质和营养类型
78	一、微生物的营养物质
82	二、微生物的营养类型
84	第二节 微生物对营养物质的吸收
84	一、单纯扩散
85	二、促进扩散
85	三、主动运输
86	四、基团转位
86	第三节 培养基
87	一、配制培养基的原则
88	二、培养基的类型及其应用
92	第四节 微生物的生长与培养
92	一、微生物的纯培养
95	二、测定微生物生长繁殖的方法
96	三、微生物生长的规律
99	第五节 微生物生长控制
99	一、影响微生物生长的主要环境因素
101	二、有害微生物生长控制
109	第六节 食品工业微生物的培养
109	一、分批（发酵）培养
110	二、连续（发酵）培养

- 111 知识窗 食品工业中微生物的控制——管道的消杀
112 复习与思考题

113 第六章 微生物的代谢

- 113 第一节 微生物对自然界有机物质的分解代谢
113 一、含碳有机物（多糖）的分解代谢
114 二、含氮有机物的分解代谢
117 第二节 微生物的能量代谢
117 一、化能异养微生物的生物氧化与产能
126 二、化能自养微生物的生物氧化与产能
128 第三节 微生物的合成代谢
128 一、糖类的合成
129 二、氨基酸的合成
130 第四节 微生物的代谢调控与发酵生产
130 一、酶合成的调节
133 二、酶活力的调节
134 三、代谢调控在发酵工业中的应用
141 第五节 微生物发酵与食品风味物质的形成
142 一、微生物的纯种发酵与多菌种的协同发酵
144 二、多菌种协同发酵方法生产应用实例分析
146 知识窗 现代发酵工程
147 复习与思考题

148 第七章 微生物的遗传变异与育种

- 148 第一节 遗传变异的物质基础
148 一、什么是遗传与变异
148 二、证明核酸是遗传变异物质基础的三个经典实验
150 三、DNA的结构和复制
151 第二节 微生物的突变
151 一、突变率和基因符号
152 二、微生物突变的主要类型
152 三、突变的发生
153 四、基因突变机制
154 五、微生物突变的特点

155	六、 突变与育种
158	第三节 细菌的基因转移和重组
158	一、 原核微生物的基因重组
160	二、 染色体外遗传因子的转移与重组
161	第四节 食品生产中菌种选育的实例分析
161	一、 啤酒酵母的分离纯化与选育
162	二、 谷氨酸生产菌的分离纯化与选育
164	第五节 菌种的衰退、复壮和保藏
164	一、 菌种的衰退
165	二、 菌种的复壮方法
166	三、 菌种保藏
168	知识窗 基因工程
170	复习与思考题

171 第八章 食品微生物的生态

171	第一节 微生物在自然界中的分布
171	一、 土壤中的微生物
173	二、 水体中的微生物
175	三、 空气中的微生物
176	四、 工农业产品中的微生物
177	五、 正常人体及动物体上的微生物
178	第二节 食品环境中的极端微生物
179	一、 嗜盐微生物
179	二、 嗜热微生物
180	三、 嗜冷微生物
181	四、 耐辐射微生物
181	第三节 微生物的生物环境
182	一、 互生关系
182	二、 共生关系
183	三、 竞争关系
183	四、 拮抗关系
183	五、 寄生关系
184	六、 猎食关系
184	第四节 微生物生态及其应用
184	一、 生态学的概念

- 185 二、在酿酒业中的作用
- 185 三、微生物与污水处理
- 187 四、微生物对污染物的降解与转化
- 190 五、微生物与环境监测
- 192 知识窗 微生物在自然界物质循环中的作用
- 193 复习与思考题

194 第九章 微生物与食品安全

- 194 第一节 微生物对食品的污染
- 194 一、食品污染的概念
- 194 二、食品的污染源
- 196 三、微生物的污染途径
- 197 四、食品中微生物的消长
- 198 五、预防和控制措施
- 199 第二节 微生物性食物中毒
- 199 一、食物中毒概述
- 200 二、细菌性食物中毒
- 201 三、常见细菌性食物中毒
- 202 四、食物中毒病原菌的检验方法
- 204 五、食源性疾病的预防措施
- 204 第三节 食品安全的微生物指标
- 204 一、食品微生物指标的设定
- 205 二、食品微生物指标及其检验
- 210 知识窗 食品安全的 HACCP 质量控制体系
- 211 复习与思考题

212 第十章 微生物与机体免疫

- 212 第一节 概述
- 212 一、传染与免疫的概念
- 212 二、决定传染的三大因素
- 214 第二节 病原微生物的致病作用——细菌性传染机制
- 214 一、毒力
- 215 二、病原菌的侵入数量
- 215 三、病原菌的侵入途径

215	第三节 人体对传染的非特异性免疫
216	一、人体的屏障结构
216	二、非特异性免疫细胞防护作用
216	三、正常体液中的抗微生物因素
217	第四节 人体对传染的特异性免疫
217	一、特异性免疫的概念
217	二、特异性免疫的物质基础
218	三、抗原
219	四、抗体与体液免疫
221	五、细胞免疫
222	第五节 免疫学的应用
222	一、生物制品
223	二、抗原抗体技术在食品检验中的应用
224	知识窗 关于儿童计划免疫接种
225	复习与思考题

226 第二篇 | 食品微生物学技能训练

226 第十一章 微生物学实验室简介与实验安全

226	第一节 微生物学实验须知
226	一、微生物学实验室
227	二、微生物学实验室主要仪器
228	第二节 微生物学实验安全
229	一、安全知识
229	二、实验室工作注意事项
230	三、实验室意外事故的处理

232 第十二章 食品微生物基础实验

232	必做实验
232	实验一 玻璃器皿的清洗、包扎与干热灭菌技术
236	实验二 普通光学显微镜的使用
240	实验三 细菌的单染色法
242	实验四 革兰氏染色法
245	实验五 细菌的芽孢染色

- 246 实验六 放线菌的培养与形态观察
248 实验七 酵母菌的形态观察及死活细胞的鉴别
250 实验八 霉菌形态的观察
251 选做实验
251 实验九 细菌的荚膜染色
254 实验十 细菌的鞭毛染色法及活细菌运动性观察

258 第十三章 食品微生物实训项目

- 258 必做项目
258 实训一 棉塞的制作、培养基的制备与高压蒸汽灭菌
265 实训二 啤酒生产中麦芽汁的制备
267 实训三 啤酒生产中酵母菌质量的鉴别
270 实训四 微生物的无菌操作与接种技术
274 实训五 制备无菌平板与划线训练
277 实训六 啤酒酵母扩大培养与生长特征观察
280 选做项目
280 实训七 化学药剂对微生物的作用
282 实训八 菌种保藏
285 实训九 米酒的制作

288 第十四章 食品微生物综合实验

- 288 必做实验
288 实验一 显微镜直接计数法
291 实验二 平板菌落计数法与菌落总数的测定
294 实验三 环境和人体表面微生物的检验
297 实验四 水体中细菌总数的测定
300 实验五 食品中大肠菌群的检验
305 选做实验
305 实验六 土壤中微生物的分离纯化技术
309 实验七 微生物的生化反应试验
312 实验八 微生物细胞大小测定
315 实验九 用生长谱法测定微生物的营养要求

317 第十五章 食品微生物设计性实验

318	设计实验一	检测发酵和食品工业用水微生物的数量
319	设计实验二	微生物技术在食品保鲜中的应用
319	设计实验三	从土壤中分离和纯化放线菌
320	设计实验四	了解和研究微生物在食品工业中的应用
321	设计实验五	检测几种常见消毒剂的杀菌效果

326	附录一	染色液的配制
-----	-----	--------

330	附录二	培养基配制
-----	-----	-------

335	参考文献	
-----	------	--

第一篇

食品微生物学基础

第一章 绪 论

学习目标

1. 掌握微生物的概念。
2. 了解微生物在生物界的分类地位。
3. 理解微生物的一般特点。
4. 明确食品微生物学的研究内容和任务。
5. 了解微生物的基本研究方法。

第一节

微生物学的研究对象、任务和分科

一、微生物的概念及主要类群

(一) 什么是微生物

微生物 (microorganism) 是指广泛存在于自然界中的一大群个体体积微小, 结构简单, 大多是单细胞, 少数是多细胞, 甚至没有细胞结构的低等生物。这些微小的生物必须借助于光学显微镜和电子显微镜才能看清它们的形态结构。

微生物是一个庞杂的大家族, 包括: 不具细胞结构的病毒、单细胞的立克次氏体、细菌、放线菌; 具有完整细胞核的真核微生物, 如霉菌和酵母菌、单细胞藻类、原生动物等; 衣原体、支原体以及比病毒结构还简单的类病毒、朊病毒等也属于微生物。

(二) 微生物的特点

1. 形体微小、结构简单