



教育部高职高专规划教材

工业微生物

周凤霞 高兴盛 主编

陈改荣 主审



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

工业微生物

周凤霞 高兴盛 主编

陈改荣 主审



化学工业出版社
教材出版中心

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

工业微生物/周凤霞, 高兴盛主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 1
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-8179-0

I. 工… II. ①周…②高… III. 工业微生物学-高等学校: 技术学院-教材 IV. Q939.97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 002787 号

教育部高职高专规划教材

工业微生物

周凤霞 高兴盛 主编

陈改荣 主审

责任编辑: 陈有华 蔡洪伟

文字编辑: 周 侗

责任校对: 于志岩

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{1}{4}$ 字数 278 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8179-0

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

生物技术是一门涉及领域宽、涵盖范围广、基础性强的新兴实用技术，是现代生物学发展并与相关学科交叉融合的产物。工业微生物是高职高专学校生物技术类专业的专业基础课，是“生物化工工艺”、“生物技术及应用”等专业的核心课程，是连接基础课和专业课之间的桥梁。目前，市场上关于《工业微生物》的教材和专著还是比较多，但最常见的是本科生和研究生教材，在内容方面偏深，不适合于高职高专的学生使用。因此，我们编写了这本《工业微生物》教材，供高等职业技术学院和高等专科学校生物技术类专业使用，也可供其他专业师生和从事生物技术工作的科技人员参考。

高等职业教育面向生产和服务第一线，培养实用型的高级专门人才。因此，本书的指导思想是突出高职特色，着力体现实用性和实践性，使理论与实践相结合，着重培养学生的应用能力。因此，在编写本教材的过程中，适当地降低理论知识的深度和广度，注意贯彻“以应用为目的，以必须、够用为度，以掌握概念、强化应用为重点”的原则，力求创新，努力反映新知识、新技术和新的科研成果，尽量与生产应用实践保持同步。在阐述工业微生物的基本概念和基本理论的同时，重点突出微生物技术的应用，并结合当前工业微生物发展的现状，介绍了微生物在食品、医药、能源、化工、环保、农业等方面的应用。因而本书具有基础理论知识适度、技术应用突出、技术面较宽等特点。此外，本书在章节之间链接了一些相关的阅读材料，尽可能拓展学生的知识视野，也增加了本书的可读性。本书尽力做到结构明晰，图文并茂，在每章之前提出学习目标，章后进行小结，并给出复习思考题，以便于学生更好地学习和掌握有关知识。

本书由周凤霞（长沙环境保护职业技术学院）和高兴盛（吕梁高等专科学校）主编，全书共分为十一章，第一章由高兴盛编写，第二章由周凤霞、高兴盛、韩燕（平原大学）、陈纬（三门峡职业技术学院）共同编写，第三章由陈纬、周凤霞编写，第四章由陈纬编写，第五章由吴昊（徐州工业职业技术学院）编写，第六章由韩燕编写，第七章由陈纬编写，第八章由高兴盛编写，第九章由周凤霞编写，第十章由吴昊编写，第十一章由韩燕编写。全书由周凤霞统稿。

平原大学的陈改荣教授作为本书的主审，提出了许多宝贵意见。此外，本书在编写过程中，化学工业出版社给予了热情的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。编者还谨向被本书引用为参考资料的专家和作者表示衷心感谢。

鉴于编写水平和时间的限制，本书可能存在疏漏和不足，真诚希望有关专家及师生批评指正。

编者

2005年9月

生物技术类专业规划教材编审委员会

主任委员：王红云

副主任委员：张义明 杨百梅 赵玉奇 陈改荣 于文国

委员：（按姓氏汉语拼音排序）

卞进发 蔡庄红 陈改荣 陈剑虹 程小冬

高平 高兴盛 胡本高 焦明哲 李文典

李晓华 梁传伟 刘书志 罗建成 盛成乐

孙祎敏 王世娟 杨百梅 杨艳芳 于文国

员冬梅 藏晋 张苏勤 周凤霞

内 容 提 要

本书介绍了工业微生物的特征与分类、微生物的营养与培养基、微生物的生长、微生物的代谢及调控、微生物的遗传变异和育种以及微生物在食品、医药、环保、化工、能源、农业等方面的应用。在编写过程中，以“必须、够用”为原则，力求创新，努力反映新知识、新技术和新的科研成果，尽量与生产应用保持同步。在阐述工业微生物的基本概念和基本理论的同时，重点突出微生物技术的应用。因而本书具有基础理论知识适度、技术应用突出、技术面较宽等特点。此外，本书在章节之间链接了一些相关的阅读材料，尽可能拓展学生的视野，也增加了本书的可读性。

本书可供高等职业技术学院和高等专科学校生物技术类专业以及相关专业使用，也可供生物技术工作者参考。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 微生物及其特点	1
一、微生物的概念.....	1
二、微生物的特点.....	1
三、微生物在自然界的分类地位.....	2
四、自然界中的微生物.....	3
第二节 微生物学的发展简史	3
一、经验阶段.....	3
二、形态学阶段.....	3
三、生理学阶段.....	4
四、生物化学阶段.....	4
五、分子生物学阶段.....	4
第三节 工业微生物及其研究对象和任务	4
一、工业微生物的研究对象.....	4
二、中国工业微生物的研究概况.....	5
三、现代工业微生物学的发展趋势.....	6
本章小结.....	6
复习思考题.....	6
第二章 工业微生物的特征与分类	7
第一节 细菌	7
一、细菌的形态和大小.....	7
二、细菌细胞的结构.....	8
三、细菌的繁殖.....	13
四、细菌的培养特征.....	14
五、工业上常用的细菌.....	14
第二节 放线菌	17
一、放线菌的形态结构.....	17
二、放线菌的繁殖.....	18
三、放线菌的菌落特征.....	19
四、工业中常用的放线菌.....	19
第三节 酵母菌	21
一、酵母菌的形态结构.....	21
二、酵母菌的繁殖.....	22
三、酵母菌的菌落特征.....	23
四、工业上常用的酵母菌.....	23
第四节 霉菌	26

一、霉菌的形态结构	26
二、霉菌的繁殖	27
三、霉菌的菌落特征	27
四、工业上常用的霉菌	28
第五节 病毒	33
一、病毒的形态结构	34
二、病毒的生长繁育	35
三、噬菌体一步生长曲线	37
四、温和噬菌体和溶源性	37
五、噬菌体的分离、检查与防治	38
本章小结	40
复习思考题	41
第三章 微生物的营养与培养基	42
第一节 微生物的营养	42
一、微生物的营养物质	42
二、微生物的营养类型	46
三、营养物质的运输方式	47
第二节 微生物的培养基	49
一、培养基配制的原则	50
二、培养基类型及其应用	50
本章小结	52
复习思考题	53
第四章 微生物的生长	54
第一节 微生物生长的测定	54
一、直接计数法	54
二、间接计数法	55
第二节 微生物的生长规律	56
一、微生物个体细胞的生长	56
二、微生物群体的生长规律	57
第三节 影响微生物生长的因素	60
一、物理因素对微生物生长的影响	60
二、化学因子对微生物生长的影响	64
第四节 微生物的培养	65
一、微生物的纯培养技术	65
二、工业规模的微生物培养	66
第五节 消毒与灭菌	67
一、物理法	68
二、化学法	69
本章小结	70
复习思考题	71
第五章 微生物的代谢及调控	72

第一节 微生物的能量代谢	72
一、生物氧化	72
二、异养微生物的生物氧化与产能	73
三、自养微生物的生物氧化与产能	80
第二节 微生物的合成代谢	81
一、CO ₂ 的固定	81
二、生物固氮	83
三、氨基酸的合成	83
第三节 微生物代谢的调节	84
一、酶活性调节	84
二、分支合成途径调节	85
三、酶合成的调节	86
四、微生物代谢调节在工业中的应用	87
第四节 微生物的次级代谢与次级代谢产物	88
一、次级代谢与次级代谢产物	88
二、次级代谢的调节	88
本章小结	89
复习思考题	90
第六章 微生物的遗传变异和育种	91
第一节 微生物遗传的物质基础	91
一、遗传物质在微生物细胞内存在的方式	91
二、DNA 的结构与复制	92
三、基因表达	93
第二节 菌种分离	93
一、采样	93
二、增殖	94
三、纯化	94
四、筛选	95
第三节 基因突变和诱变育种	95
一、基因突变	95
二、诱变育种	99
第四节 基因重组和杂交育种	101
一、原核微生物的基因重组	101
二、真核微生物的基因重组	102
三、基因工程	104
第五节 菌种的退化与复壮及其保藏技术	105
一、菌种的退化与复壮	105
二、菌种的保藏技术	107
本章小结	110
复习思考题	111
第七章 微生物在食品工业中的应用	112

第一节 传统发酵食品	112
一、酱油	112
二、食醋	114
三、酒类	115
四、腐乳	117
第二节 现代发酵食品	118
一、面包	118
二、发酵乳制品	119
本章小结	121
复习思考题	121
第八章 微生物在医药方面的应用	123
第一节 生物制品	123
一、疫苗	123
二、类毒素	124
三、免疫血清	125
第二节 抗生素	125
一、抗生素的发现及发展	125
二、常见抗生素的种类及生产菌	127
第三节 微生物在医药方面的其他应用	129
一、葡萄糖酐及其他多糖	129
二、干扰素	129
三、核苷酸	129
四、维生素	130
五、甾体类药物	131
六、疾病的诊断	131
本章小结	132
复习思考题	132
第九章 微生物在环境保护中的应用	133
第一节 有机污染物的生物降解性	133
一、产生诱导酶	133
二、形成突变菌株	133
三、利用降解性质粒	134
四、组建超级菌	134
五、利用共代谢方式	135
第二节 微生物降解污染物的途径	135
一、微生物对生物组分大分子有机物的降解	135
二、石油的微生物降解	138
三、微生物对人工合成有机物的生物降解	139
四、重金属的生物转化	142
本章小结	145
复习思考题	146

第十章 微生物在化工、能源方面的应用	147
第一节 微生物发酵生产有机酸	147
一、柠檬酸的生产.....	147
二、苹果酸的生产.....	148
第二节 氨基酸的生产	149
一、谷氨酸的生产.....	150
二、赖氨酸的生产.....	151
第三节 核苷酸的生产	152
一、核苷酸发酵微生物.....	152
二、鸟苷酸的生产.....	153
第四节 清洁能源的生产	153
一、甲烷发酵.....	153
二、微生物制氢.....	154
第五节 微生物与替代工艺和替代产品	155
一、微生物采油.....	155
二、微生物制浆.....	156
三、细菌冶金.....	157
四、微生物脱硫.....	158
五、生物表面活性剂.....	158
六、微生物絮凝剂.....	159
七、微生物塑料.....	159
本章小结.....	160
复习思考题.....	161
第十一章 微生物在农业中的应用	162
第一节 微生物农药	162
一、微生物杀虫剂.....	162
二、微生物杀菌剂.....	164
三、微生物除草剂.....	165
第二节 微生物肥料	165
一、微生物肥料的定义.....	165
二、微生物肥料的作用.....	165
三、微生物肥料的种类.....	166
第三节 微生物饲料	168
一、单细胞蛋白.....	168
二、青贮饲料.....	170
本章小结.....	172
复习思考题.....	172
参考文献	173

第一章 绪 论

【学习目标】

1. 理解微生物的概念；
2. 理解微生物在自然界的分类地位；
3. 掌握微生物的基本特点；
4. 掌握自然界微生物的主要类群；
5. 了解工业微生物的研究对象；
6. 了解工业微生物的应用；
7. 了解工业微生物的发展历史及未来。

第一节 微生物及其特点

一、微生物的概念

微生物 (microorganism) 是对所有形体微小 ($<0.1\text{mm}$)、单细胞或个体结构较为简单的多细胞, 甚至非细胞结构的低等生物的总称, 或简单地说是细小的, 人们肉眼看不见, 必须借助显微镜才能看清的低等生物的总称。微生物在自然界中的分布极为广泛, 空气、土壤、江河、湖泊、海洋等都有数量不等、种类不一的微生物存在。

二、微生物的特点

微生物具有生物的共同特点: 基本组成单位是细胞 (病毒除外); 主要化学成分相同, 都含有蛋白质、核酸、多糖、脂质等; 新陈代谢等生理活动相似; 受基因控制且遗传机制相同; 有繁殖能力。但由于其形体极其微小, 结构简单, 因而又具有动植物所不同的特点。

1. 微生物结构简单, 体积微小

微生物大都是单细胞、简单多细胞甚至是非细胞结构的, 但相对表面积较大, 物质吸收多, 转化快。这种特性为微生物的快速生长繁殖和合成大量代谢产物提供了充分的物质基础。

2. 微生物代谢类型多, 代谢能力强

微生物几乎能分解地球上的一切有机物, 也能合成各种有机物。微生物有多种产能方式, 有的利用分解有机物放出的能量; 有的从无机物的氧化中获得能量; 有的利用光能, 进行光合营养。有的能进行有氧呼吸, 有的能进行无氧呼吸。有的能固定分子态氮, 有的能利用复杂的有机氮化物。微生物的代谢产物极多, 仅抗生素就已经发现 90000 多种。

3. 微生物生长旺盛, 繁殖速率快, 容易培养

微生物具有极高的生长和繁殖速率。以大肠杆菌为例, 细菌细胞若按每隔 20min 就可以分裂一次, 在 1 天的时间内即可以繁殖 72 代, 则细菌后代的总质量将达到 4722t。假如再

这样繁殖 4~5 天，它们就会形成跟地球同样质量的物体。当然不会出现这种情况，因为微生物的生长繁殖受到营养、空间和代谢产物等条件的限制，其分裂速率只能维持数小时而已。这一特点体现在发酵工业中的生产效率高、发酵周期短上。

微生物容易培养，能在常温常压下利用简单的营养物质，甚至工农业废弃物生长繁殖，积累代谢产物。在发酵工业中，利用微生物发酵法生产食品、医药、化工原料等具有许多优点，如设备简单、原料广泛、不需要催化剂、产品一般无毒副作用等。

4. 微生物种类繁多，分布广泛，适应性强

微生物种类繁多，目前已发现的约有 15 万种。随着人类的认识和研究工作的发展，微生物新纲、新目、新科、新属、新种不断被发现。

微生物在自然界分布广泛，适应性强。土壤、空气、河流、海洋、盐湖、高山、沙漠、冰川、油井、地层下以及动物体内外、植物体表面都有大量微生物在活动。例如，深达 1 万多米的太平洋海底温泉中生活着既耐高温（1000℃）又耐高压（ $1.15 \times 10^8 \text{ Pa}$ ）、在厌氧条件自养生活的硫细菌；在 85km 的高空能找到微生物；在南极洲深 128m 和 427m 的沉积岩中均发现了活细菌。再如，细菌的芽孢、放线菌的分生孢子、真菌的各种孢子，能抵抗外界不良环境的侵害，一般能成活几年甚至几千年。

5. 微生物容易发生变异

微生物的个体一般都是单细胞、简单多细胞甚至是非细胞的，它们通常是单倍体，加之具有繁殖快、数量多以及与外界环境直接接触等特点，因此即使其变异频率（ $10^{-5} \sim 10^{-10}$ ）十分低，也可在短时间内产生出大量变异的后代。抗生素生产和其他发酵性生产中可利用微生物的变异，以提高发酵产物的产量。最典型的例子是青霉素的发酵生产，最初发酵产物每毫升只含 20U 左右，而现在已有极大的提高，甚至接近 10 万 U 了。

三、微生物在自然界的分类地位

在生物学发展史上，曾将生物分为植物界和动物界。藻类有细胞壁，能进行光合作用，归为植物界。原生动物无细胞壁，可运动，不能进行光合作用，归为动物界。而微生物的另一些类群，如细菌具有细胞壁，能进行光合作用，又可运动，将它归为植物界和动物界均不合适。因此，1866 年海克尔（Haeckel）提出三界系统，将生物分为动物界、植物界和原生生物界。魏泰克（Weitaiké）于 1969 年提出生物分类的五界系统，将具有细胞结构的生物分为原核生物界（包括细菌和蓝细菌）、原生生物界（包括大部分藻类和原生动物）、真菌界

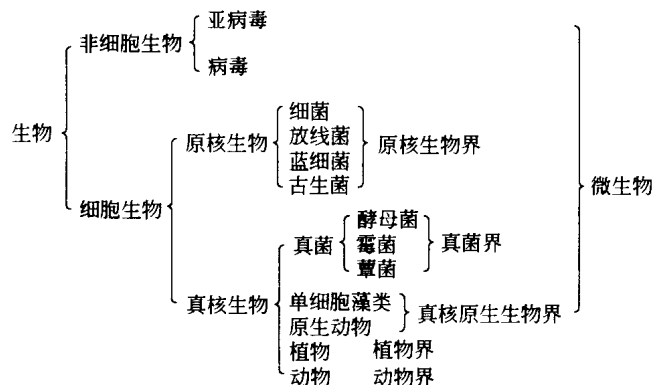


图 1-1 微生物在生物分类系统中的地位

(包括酵母菌和霉菌等), 以及植物界和动物界。1977年, 中国学者王大耜等提出将所有生物分为六界: 病毒界、原核生物界、真核生物界、真菌界、植物界和动物界。1990年, 伍斯(Woese)根据16S rRNA序列的比较, 提出将生物分为三域(bomain): 细菌(bacteria)、古生菌(archaea)和真核生物(eukarya)。可见微生物在生物界中占有极重要的地位。微生物在生物分类系统中的地位见图1-1。

四、自然界中的微生物

1. 非细胞微生物

没有典型的细胞结构, 亦无产生能量的酶系统, 只能在活细胞内生长繁殖。病毒属于此类型微生物。病毒包括(真)病毒和亚病毒两大类。其中亚病毒包括类病毒、拟病毒和朊病毒。

2. 原核微生物

细胞核分化程度低, 仅有原始核质, 没有核膜与核仁; 细胞器不很完善。这类微生物种类众多, 有细菌、放线菌、蓝细菌(蓝藻)、衣原体、立克次体和支原体。

3. 真核微生物

细胞核的分化程度较高, 有核膜、核仁和染色体; 胞质内有完整的细胞器(如内质网、核糖体及线粒体等)。真核微生物主要包括属于植物界的显微藻类、属于动物界的原生动物和微型后生动物, 以及属于真菌界的真菌微生物。真菌按其外观特征可分为酵母菌、霉菌和蕈菌3类。

第二节 微生物学的发展简史

微生物学的发展简史可以概括为5个阶段。

一、经验阶段

自古以来, 人类在日常生活和生产实践中, 已经觉察到微生物的生命活动及其作用。早在4000多年前的龙山文化时期, 古代人已能用谷物酿酒。殷商时代的甲骨文上也有酒、醴(甜酒)等的记载。

在这个时期, 人们在生产与日常生活中积累了不少关于微生物作用的经验规律, 并且运用这些规律来创造财富, 减少和消灭病害。民间早已广泛应用酿酒、制醋、发面、腌制酸菜泡菜、盐渍、蜜饯等技术, 古埃及人也早已掌握制作面包和配制果酒的技术。这些都是人类在食品工艺中控制和应用微生物活动规律的典型例子。积肥、沤粪、翻土压青、豆类作物与其他作物的间作轮作, 是人类在农业生产实践中控制和应用微生物生命活动规律的生产技术。种牛痘预防天花是人类控制和应用微生物生命活动规律在预防疾病保护健康方面的宝贵实践。尽管这些还没有上升为微生物学理论, 但都是控制和应用微生物生命活动规律的实践活动。

二、形态学阶段

17世纪, 荷兰人列文虎克(Anthony van Leeuwenhoek)发现了微生物, 从而解决了认识微生物世界的第一个障碍。但在其后的200年里, 微生物学的研究基本停留在形态描述和分类阶段。

三、生理学阶段

从 19 世纪 60 年代开始,以巴斯德 (Louis Pasteur, 法国) 和柯赫 (Robert Koch, 德国) 为代表的科学家将微生物学的研究推进到生理学阶段,并为微生物学的发展奠定了坚实的基础。

在这个时期,巴斯德研究了酒变酸的微生物原理,探索了蚕病、牛羊炭疽病、鸡霍乱和人狂犬病等传染病的病因,研究了有机质腐败和酿酒失败的起因,否定了生命起源的“自然发生说”,建立了巴氏消毒法等一系列微生物学实验技术。柯赫继巴斯德之后,改进了固体培养基的配方,发明了用倾皿法进行纯种分离,建立了细菌细胞的染色技术、显微摄影技术和悬滴培养法,寻找并确证了炭疽病、结核病和霍乱病等一系列严重传染疾病的病原体等。这些成就奠定了微生物学成为一门科学的基础。因此,他们是微生物学的奠基人。

四、生物化学阶段

19 世纪以来,生物化学和生物物理学的不断渗透,再加上电子显微镜的发明和同位素示踪原子的应用,推动了微生物学向生物化学阶段的发展。1897 年,德国学者毕希纳 (Büchner) 发现,酵母菌的无细胞提取液与酵母菌一样,可将糖液转化为酒精,从而确认了酵母菌酒精发酵的酶促过程,将微生物的生命活动与酶化学结合起来。一些科学家用大肠杆菌为材料所进行的一系列研究,都阐明了生物的代谢规律和控制代谢的基本过程。进入 20 世纪以后,人们开始利用微生物进行乙醇、甘油、各种有机酸、氨基酸等的工业化生产。

1929 年,弗莱明 (A. Fleming) 发现了青霉菌能够抑制葡萄球菌的生长,从而揭示出微生物间的拮抗关系,并发现了青霉素。此后,陆续发现的抗生素越来越多。抗生素除医用外,也用于防治动植物病害和进行食品保藏。

五、分子生物学阶段

1941 年,比德耳 (G. Beadle) 等用 X 射线和紫外线照射链孢霉,使其产生变异,获得了营养缺陷型 (即不能合成某种物质) 菌株。对营养缺陷型菌株的研究,不仅使人们进一步了解了基因的作用和本质,而且为分子遗传学打下了基础。1944 年,艾弗里 (O. Avery) 第一次证实引起肺炎双球菌形成荚膜的物质是 DNA。1953 年,沃森 (J. Watson) 和克里克 (F. Crick) 在研究微生物 DNA 时,提出了 DNA 分子的双螺旋结构模型。1956 年富兰克尔 (H. Fraenkel) 和康拉特 (Conrat) 等通过烟草花叶病毒的重组实验,证明 RNA 是遗传信息的载体,这一切为分子生物学奠定了重要基础。近几十年来,随着原核微生物 DNA 重组技术的出现,人们利用微生物生产出了胰岛素、干扰素等贵重药物,形成了一个崭新的生物技术产业。21 世纪,基因工程和基因组计划在微生物领域的应用,微生物学及微生物产业将会呈现全新的局面。

第三节 工业微生物及其研究对象和任务

一、工业微生物的研究对象

工业微生物学是微生物学中的重要分支,主要研究用于食品、制药、冶金、石油、能源、

材料、轻工、化工、军工等工业生产中的微生物本身或微生物的众多代谢产物，包括微生物的种类、菌种的获得、代谢的机理和调控以及实际生产所需条件和控制。也就是说，试图对微生物加以控制，即利用微生物来做人类要做的事，或者防止微生物做人类不要做的事。

微生物种类繁多，容易变异，代谢类型多，适应性强。所以，微生物工业中菌种的选择和培育是生产之本，代谢调控是生产的关键。目前，在工业上应用的微生物主要有细菌、病毒、真菌、显微藻类、动植物细胞培养物、具有活性的细胞碎片如酶和细胞匀浆物等。而这些微生物中产值最大的主要部分却只有酵母业、抗生素业、酶制品业三项。本书将重点讨论那些独立生活的异养微生物，如酵母、细菌、霉菌，也涉及病毒。动植物细胞培养本书不予详述。

二、中国工业微生物的研究概况

中国劳动人民数千年前就会利用微生物来酿酒，制酱、醋，但直到 20 世纪 40 年代，工业微生物没有一个独立的教学和科研机构，发酵工业也奄奄一息。20 世纪 50 年代开始，中国工业微生物领域的科研、生产均取得巨大的发展，国家设立了科学院和各级科研机构，并在工科院校设立了发酵专业，培养了大批发酵科技人才，推动了科研和生产的发展。

20 世纪 80 年代，中国的传统酿造工业在生产工艺、机械化和优良纯菌的培养等方面发展很快，产品质量不断提高，中国的许多名酒均在世界上享誉很高。特别是啤酒的生产，新中国成立初期全国的年产量仅 10000t，1985 年年产 300 万吨，居世界第 11 位，现在年产量已突破 1000 万吨。

新型发酵工业在中国从无到有发展很快。1986 年谷氨酸钠（味精）年产量已达 97700t，销售市场已由南到北，并已进入国际市场。其他几种必需氨基酸的生产菌种已经进行了相当的工作，糖质原料发酵生产赖氨酸和前体转化生产天冬氨酸已达到工业化水平；苏氨酸、脯氨酸、亮氨酸、异亮氨酸等也大多完成中试，色氨酸等菌种选育工作正在进行。柠檬酸生产、薯干深层发酵技术已达到国际先进水平，菌种性能优良，转化率高，产品质量高。其他有机酸的发酵生产也正在研制之中，衣康酸、苹果酸等已扩大试验并取得成果。目前用微生物发酵生产的有机酸种类很多，约 80 余种，且在逐年增加。如醋酸、柠檬酸、乌头酸、乳酸、衣康酸、琥珀酸、延胡索酸、苹果酸、酒石酸、葡萄糖酸、丙酸、丁酸、丙酮酸、 α -酮戊二酸、曲酸、五倍子酸、黑粉酸、尿苷酸、水杨酸和二羧酸等。有机酸的生产菌种类也很多，有细菌、酵母菌、霉菌以及少数放线菌，其中以霉菌种类最多。

酶制剂工业是 20 世纪 60 年代才开始建立的，几个主要酶种的发展很快，产量也很大。1986 年全国酶制剂产量达 3 万多吨。目前已知的酶有 2500 余种，有 150 多种已得到结晶。酶可分为氧化还原酶类、转移酶类、水解酶类、裂解酶类、异构酶类和合成酶类 6 大类。酶制剂商品已有 100 多种，如淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶、果胶酶、纤维素酶、乳糖酶、葡萄糖氧化酶、葡萄糖异构酶等，并且有近百种酶可制成固定化酶。现在微生物酶制品已广泛应用于食品、发酵、日用化工、纺织、制革、造纸、医药和农业等各个方面。

微生物在医学方面的应用是 20 世纪 50 年代后才投入生产的，但现在已居世界前列。目前可利用微生物生产生物制品、抗生素、葡萄糖苷、干扰素、核苷酸、维生素、甾体药物以及基因工程菌生产的药物。另外，还可利用微生物进行疾病的生物学诊断。生物制品包括疫苗、类毒素和免疫血清，抗生素包括青霉素、链霉素、四环素、氯霉素、螺旋霉素等，已发现的有 9000 多种，市售有 50 多种，其中，由放线菌生产的有 40 种，由细菌生产的有 6 种，由霉菌生产的有 5 种；基因工程菌生产的药物主要有胰岛素、生长激素、胸腺素、白细胞介