

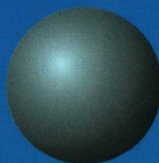
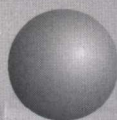


21世纪高等职业教育规划教材
生物学系列

微生物学

WEISHENGWU XUE

■ 吴柏春 熊元林 主编



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

21 世纪高等职业教育规划教材·生物学系列

微生物学

主 编：吴柏春 熊元林

编 者：(以编写章节为序)

姚小飞	王志勇	赵 为
姚志伟	熊元林	石 慧
周志娟	王 琪	张 俊
汪 倬	别运清	郭云贵
李 萌		

华中师范大学出版社

微生物学

内 容 提 要

本书是为高等职业技术教育生物学相关专业编写的教材。全书共分十三章,分别介绍了微生物的特点、微生物学的发展历程、几大类微生物的形态构造、微生物的营养和培养基、微生物的代谢和发酵、微生物的生长及其控制、微生物的遗传变异、传染与免疫、微生物的生态以及微生物的分类和鉴定。内容体系上力求讲清概念、理清思路、阐述规律、联系应用、增强教材的适用性。

本书每章后配有本章小结、思考题及相关的阅读材料,供读者学习使用。

本书可供高等职业技术学院相关专业的本科和专科教学作为教材使用,亦可供相关技术人员参考。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

微生物学/吴柏春 熊元林 主编. —武汉:华中师范大学出版社,2006.1

(21 世纪高等职业教育规划教材·生物学系列)

ISBN 7-5622-3339-X/Q·33

I. 微... II. ①吴... ②熊... III. 微生物学—高等学校:技术学校—教材
IV. Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148495 号

微生物学

主 编: 吴柏春 熊元林◎

责任编辑: 王新华

责任校对: 张 忠

封面设计: 罗明波

编 辑 室: 第二编辑室

电 话: 027-67867362

出版发行: 华中师范大学出版社

社 址: 湖北省武汉市武昌珞喻路 152 号

电 话: 027-67867076, 67867371, 67863040(发行部) 027-67861321(邮购)

传 真: 027-67863291

网 址: <http://www.ccnap.com.cn> 电子信箱: hscbs@public.wh.hb.cn

经 销: 新华书店湖北发行所

印 刷 者: 孝感日报印刷厂

督 印: 姜勇华

字 数: 320 千字

印 张: 17.5

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

版 次: 2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1—4 000

定 价: 27.50 元

欢迎上网查询、购书

敬告读者: 欢迎举报盗版, 请拨打举报电话 027-67861321。



前 言

微生物学是一门古老而又年轻的学科。我国劳动人民早在 8000 多年前已能进行曲蘖酿酒；2500 年前已用曲（微生物）酿酱、醋，治消化道疾病；9 至 10 世纪已用鼻苗法种痘，细菌浸出法采铜。自列文虎克发明显微镜以来，直到 19 世纪末，法国学者巴斯德和德国学者科赫在总结前人工作及自己研究成果的基础上才创立了微生物学。随着科学技术的快速发展以及满足人类生产生活及防病治病水平提高的需要，微生物学已发展成为生命科学最重要的基础学科之一。

微生物学的发展与进步，极大地促进了工业、农业的发展和生态环境的改善，快速提高了人类防病治病的医疗卫生水平，也使人们认识到微生物能极大地造福于人类；同时，还催生了分子生物学，促进了相关学科的发展，本身也出现了许多分支学科。目前，微生物学领域研究成果空前丰富，科技应用非常广泛，前沿领域的科学研究异常活跃，其诸多理论已经成熟，知识体系业已形成；这些都体现在有关的学术著作、教材和浩如烟海的科技文献资料之中。

微生物学（含分支学科）的教学已经形成了较为成熟、稳定且各具特色的教学系统。目前，国内已有一些出色的微生物学教材供教学使用，如我们长期使用的《微生物学教程》（周德庆编）、《微生物学》（武汉大学和复旦大学编）等，极大地方便了高等学校的微生物教学工作。鉴于目前适于应用型人才培养的普通微生物教材不多，我们参考以上教材，结合高职高专院校的特点，为适合培养微生物应用型人才的教學需要而编写了本教材。

本教材共分 13 章，涉及微生物的形态结构、生理生化、遗传变异、控制保藏、分类鉴定及传染与免疫等。在本教材的编写过程中，我们针对高职高专学生的实际，精选内容，突出重点，删去陈旧的内容和实例，适当介绍了一些新知识、新技术和新成果，较全面地、有重点地介绍了微生物学研究的基本规律、基本概念、基础知识和基本原理，并介绍了微生物学各领域的研究进展。本教材的编写特别注意了教材内容准确、行文流畅、条理清晰、图文并茂、通俗易懂，使其具有科学性、先进性及可读性。考虑到学生的学习时效及方便归纳总结，每章结尾都有本章小结、思考题及一些相关阅读材料，书后还有附录。

本教材的绪论、第九章由姚小飞（武汉生物工程学院）编写；第二章由王志勇（咸宁职业技术学院）编写；第三章由赵为（武汉生物工程学院）编写；第四章由姚志伟（武汉生物工程学院）编写；第五章由熊元林（武汉生物工程学院）编写；第六章由石慧（武汉生物工程学院）编写；第七章由周志娟（湖北生物科



技职业学院)、王琪(湖北生物科技职业学院)编写;第八章由张俊(武汉生物工程学院)编写;第十章由汪倬(武汉生物工程学院)编写;第十一章由别运清(襄樊职业技术学院)编写;第十二章由郭云贵(武汉生物工程学院)编写;第十三章由李萌(荆门职业技术学院)编写。

在本教材的编写过程中,得到了华中师范大学出版社的大力支持和编辑审定人员的精心运作,还得到了武汉大学林清华教授和华中农业大学何绍江教授的耐心指导,在此一并表示衷心感谢!

限于作者水平,加之编写时间紧迫,不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年1月



目 录	
第 1 章 绪论.....	1
1.1 微生物的概念及特点	1
1.1.1 微生物的概念	1
1.1.2 微生物的特点	1
1.2 微生物的类群及微生物在生物界中的地位	2
1.2.1 微生物的主要类群	2
1.2.2 微生物在生物界中的地位	3
1.3 微生物学的研究内容与分科	4
1.3.1 微生物学的研究内容	4
1.3.2 微生物学的分科	4
1.4 微生物学与生物工程学的关系	4
本章小结.....	6
思考题.....	6
第 2 章 微生物学的发展历程.....	7
2.1 我国古代劳动人民对微生物学的贡献	7
2.2 微生物的发现	7
2.3 微生物学发展的黄金时期	8
2.3.1 巴斯德、科赫在微生物学发展中的贡献.....	8
2.3.2 其他科学家对科学成果的扩展.....	10
2.4 微生物学与现代生物技术的融合.....	11
本章小结	12
思考题	13
第 3 章 原核微生物	14
3.1 细菌.....	14
3.1.1 细菌的大小、形态	14
3.1.2 细菌的细胞结构.....	16
3.1.3 细菌的繁殖.....	28
3.1.4 细菌的培养特征.....	29
3.2 放线菌.....	30
3.2.1 放线菌的形态结构.....	30
3.2.2 放线菌的繁殖.....	31



3.2.3 放线菌的培养特征.....	31
3.2.4 放线菌与人类的关系.....	32
3.2.5 几种放线菌.....	32
3.3 蓝细菌.....	34
3.3.1 蓝细菌的形态.....	34
3.3.2 蓝细菌的重要特点.....	34
3.4 其他原核微生物简介.....	35
3.4.1 支原体.....	35
3.4.2 衣原体.....	36
3.4.3 立克次氏体.....	36
3.4.4 螺旋体.....	36
3.5 古细菌.....	37
3.5.1 古细菌在分类学上的地位.....	37
3.5.2 古细菌的生活环境.....	38
3.5.3 几类主要的古细菌.....	38
本章小结	39
阅读材料:生命从不可能开始.....	39
思考题	41
第4章 真核微生物	42
4.1 真核微生物与原核微生物的比较.....	42
4.1.1 细胞壁和细胞质膜.....	44
4.1.2 细胞核和染色体.....	45
4.1.3 细胞器和其他具膜结构体	45
4.1.4 鞭毛和纤毛.....	47
4.2 酵母菌.....	47
4.2.1 酵母菌和人类的关系.....	48
4.2.2 酵母菌的形态、大小	48
4.2.3 酵母菌的细胞构造.....	49
4.2.4 酵母菌的繁殖.....	52
4.2.5 酵母菌的培养特征.....	55
4.3 霉菌.....	55
4.3.1 霉菌的形态、构造	55
4.3.2 霉菌的繁殖.....	58
4.3.3 霉菌的培养特征.....	61
4.3.4 霉菌与人类的关系.....	62



4.4 真菌的分类.....	63
本章小结	65
思考题	65
第5章 病毒	66
5.1 概述.....	66
5.1.1 病毒的研究史.....	66
5.1.2 病毒的定义.....	67
5.2 病毒的形态结构及化学成分	67
5.2.1 病毒的形态、大小	67
5.2.2 病毒粒子的结构.....	68
5.2.3 病毒的化学组成.....	70
5.3 病毒的增殖.....	70
5.3.1 病毒增殖的过程	71
5.3.2 烈性噬菌体与一步生长曲线.....	75
5.3.3 温和噬菌体与溶源性.....	76
5.4 昆虫病毒与植物病毒.....	77
5.4.1 昆虫病毒.....	77
5.4.2 植物病毒.....	78
5.5 病毒学研究的基本方法.....	79
5.5.1 病毒的培养.....	79
5.5.2 病毒的鉴定.....	79
5.5.3 噬菌体效价的测定.....	80
5.6 亚病毒.....	81
5.6.1 类病毒.....	81
5.6.2 拟病毒.....	81
5.6.3 朊病毒.....	82
本章小结	82
阅读材料:艾滋病简介.....	82
思考题	83
第6章 微生物的营养和培养基	84
6.1 微生物的营养要素及功能.....	84
6.1.1 碳源.....	84
6.1.2 能源.....	85
6.1.3 氮源.....	86
6.1.4 生长因子.....	86



6.1.5 无机盐	88
6.1.6 水	89
6.2 微生物的营养类型	89
6.2.1 光能自养型	90
6.2.2 光能异养型	90
6.2.3 化能自养型	90
6.2.4 化能异养型	91
6.3 微生物获取营养的方式	91
6.3.1 单纯扩散	93
6.3.2 促进扩散	93
6.3.3 主动运输	93
6.3.4 基团转位	94
6.4 微生物的培养基	95
6.4.1 培养基的选用和设计原则	95
6.4.2 培养基的种类	99
本章小结	102
阅读材料:固体培养基和培养皿的来历	102
思考题	103
第7章 微生物的代谢	104
7.1 微生物的能量代谢	104
7.1.1 化能异养微生物的生物氧化和产能	104
7.1.2 化能自养微生物的生物氧化和产能	109
7.1.3 光能微生物的产能代谢	110
7.1.4 微生物的能量消耗	112
7.2 微生物的分解代谢	113
7.2.1 糖的分解	113
7.2.2 含氮有机物的分解	125
7.2.3 脂肪和脂肪酸的分解	127
7.3 微生物特有的合成代谢	128
7.3.1 肽聚糖的生物合成	128
7.3.2 CO_2 的固定	131
7.3.3 微生物的固氮作用	133
7.3.4 次级代谢与次级代谢产物	135
7.4 微生物代谢调节及其应用	136
7.4.1 酶合成调节	136



7.4.2 酶活性调节	139
7.4.3 代谢调节的应用	141
本章小结	142
阅读材料:固氮酶	142
思考题	142
第8章 微生物的生长	144
8.1 微生物的个体生长	144
8.1.1 细胞壁与质膜的延伸	144
8.1.2 DNA的复制	144
8.1.3 细菌的分裂与调节	145
8.2 微生物群体的生长	145
8.2.1 分批培养	145
8.2.2 连续培养	150
8.2.3 同步培养	151
8.2.4 丝状真菌的生长规律	152
8.3 微生物生长的测定方法	152
8.3.1 细胞数量的测定	153
8.3.2 细胞生物量的测定	154
8.4 微生物生长的影响因素	155
8.4.1 温度	155
8.4.2 水分及其可给性	157
8.4.3 氧	159
8.4.4 辐射	159
本章小结	160
思考题	160
第9章 微生物的控制与菌种保藏	161
9.1 消毒与灭菌	161
9.1.1 基本概念	161
9.1.2 常用的消毒方法	162
9.1.3 常用的灭菌方法	165
9.1.4 影响灭菌与消毒的因素	170
9.2 菌种保藏	171
9.2.1 菌种的退化与复壮	172
9.2.2 菌种保藏的目的	173
9.2.3 菌种保藏的原理和方法	173



9.2.4 菌种保藏机构简介	179
本章小结	182
思考题	182
第10章 微生物的遗传与变异	184
10.1 遗传变异的物质基础	184
10.1.1 遗传变异的物质基础	184
10.1.2 遗传物质在微生物细胞内存在的部位和方式	187
10.2 基因突变及其意义	191
10.2.1 基因突变	191
10.2.2 突变的意义	196
10.3 原核生物的基因重组	197
10.3.1 转化	197
10.3.2 转导	198
10.3.3 接合	200
10.3.4 原生质体融合	201
10.4 真核微生物的基因重组	201
10.4.1 有性杂交	201
10.4.2 准性生殖	202
本章小结	202
阅读材料:朊病毒的发现与思考	203
思考题	203
第11章 传染与免疫	204
11.1 传染与免疫的基本概念	204
11.1.1 传染与传染病	204
11.1.2 病原微生物的致病作用	204
11.1.3 机体的免疫力	207
11.2 非特异性免疫	208
11.2.1 机体的屏障结构	208
11.2.2 细胞因素	209
11.2.3 体液因素	209
11.2.4 炎症反应	210
11.3 特异性免疫	211
11.3.1 免疫器官	211
11.3.2 免疫细胞	212
11.3.3 免疫分子	214



11.4 免疫学方法及应用	219
11.4.1 抗体的制备及应用	219
11.4.2 免疫学技术	221
本章小结	223
思考题	223
第12章 微生物的生态	225
12.1 生态系统	225
12.1.1 生物圈与生态系统	225
12.1.2 生态系统中的能量流和物质流	226
12.1.3 微生物生态系统的特点	226
12.2 自然界中的微生物	228
12.2.1 土壤中的微生物	228
12.2.2 水体中的微生物	229
12.2.3 空气中的微生物	230
12.2.4 工农业产品中的微生物	230
12.2.5 人及动物体上的微生物	231
12.2.6 极端环境中的微生物	231
12.3 微生物的生物环境	232
12.3.1 互生	232
12.3.2 共生	233
12.3.3 拮抗	234
12.3.4 寄生	234
12.4 微生物在自然界物质循环中的作用	235
12.4.1 微生物在碳素循环中的作用	235
12.4.2 微生物在氮素循环中的作用	236
12.4.3 微生物在硫素循环中的作用	237
12.4.4 微生物在磷素循环中的作用	239
12.5 微生物与环境保护	239
本章小结	242
阅读材料:有趣的赤潮	243
思考题	243
第13章 微生物的分类鉴定	245
13.1 概述	245
13.2 微生物的分类原则	245
13.2.1 种以上的系统分类单元	246



13.2.2 种以下的分类单元.....	246
13.2.3 分类单元的命名原则.....	247
13.3 微生物分类的方法.....	247
13.3.1 传统的微生物分类方法.....	248
13.3.2 现代微生物分类方法.....	249
13.3.3 数值分类法.....	252
13.4 微生物分类系统.....	254
13.4.1 细菌和放线菌的分类系统与伯杰氏手册.....	257
13.4.2 真菌分类系统.....	259
13.5 微生物的鉴定.....	260
13.5.1 微生物鉴定的依据.....	261
13.5.2 微生物鉴定的技术与方法.....	261
本章小结.....	262
阅读材料:微生物分类鉴定的研究进展	262
思考题.....	263
主要参考文献.....	264
附录 I 国内外微生物学期刊	266
附录 II 微生物研究相关网站	268



第1章 绪 论

1.1 微生物的概念及特点

1.1.1 微生物的概念

微生物并不是生物分类学上的名词,它是一大群形体微小、结构简单,一般肉眼看不见或看不清楚的微小低等生物的总称。微生物广泛存在于自然界中,与人类的关系相当密切。由于来源不同,微生物实际上包括了许多不同的类群。其中的细菌和酵母菌是由单个细胞构成个体的;有些微生物,例如有些霉菌,尽管是由多细胞组成的,但由于细胞之间的分工还很不完全,所以在结构上仍然十分简单。我们所熟知的病毒形式上更是简单,不具备细胞结构。因此,微生物可以说是对所有形体微小的单细胞,个体结构简单的多细胞和没有细胞结构的低等生物的通称。我们必须借助光学显微镜甚至电子显微镜才能观察微生物的形态结构和大小。但也有例外,最近有报道称德国科学家在非洲纳米比亚海岸的海床沉积物中发现接近于肉眼可见的世界上最大的细菌,这种细菌呈球状,普遍有 $0.1\text{ mm}\sim 0.3\text{ mm}$ 宽,有的可达 0.75 mm ,它们比一般细菌大1000倍以上;另外,一些真核微生物的个体也可以被肉眼观察到,有些甚至很大,如木耳、蘑菇等担子菌。对于大多数微生物来讲,显微镜是观察和研究它们的必备条件,这正是微生物研究在整个生物界中起步较晚的重要原因之一。

1.1.2 微生物的特点

在生命科学研究和工业发酵生产中,广泛采用微生物作为材料和对象,其根本原因,是由于微生物个体一般是一个能自我增殖、具有多功能和大交换面积的单细胞反应体系。尽管微生物的种类复杂、形态各异,但是它们有许多相近的生物学特性,而且对于它们的研究技术和培养方法也比较相似,故微生物具有区别于其他生物的共同特点,可归纳如下:

1. 分布广泛

在自然界中,微生物的分布范围之广是任何其他生物所不能比拟的。可以说,凡是有生物存在的环境就必定存在微生物,生物界的许多极限是由微生物开创的。在极为不利的环境中,例如沙漠、冰川、深海、沉积岩心等,也都有微生物存在。这为人们利用微生物提供了极其丰富的资源。



2. 种类繁多,数量大

由于微生物的发现比动植物要迟得多,加上微生物物种的分类和鉴定较为复杂和困难,所以,目前已确定的微生物种数仅十万左右。但是,从生理类型、代谢产物和生态分布等角度看,微生物种数应大大超过动植物种数,有人估计目前至多只开发利用了其中的百分之一。现在不断出现的新种已经证实了这一点。发酵工业中,就利用不同的微生物来生产产品,例如大家熟知的酒类、醇类、抗生素、维生素、酶制剂等的生产。

3. 繁殖快,代谢能力强

微生物具有极高的生长和繁殖速度,其中,以二等分裂的细菌最为突出。如在 37℃ 条件下培养的牛奶中的大肠杆菌,12.5 min 就能繁殖一代;生产味精的谷氨酸短杆菌进行扩大培养后,52 h 内细胞数目可以增加 32 亿倍。微生物的高速繁殖特性,使微生物可以与外界环境迅速交换营养物质和废物,具有快速处理的代谢能力,为工业发酵生产等实际应用提供了产量高、周转快等有利条件。例如:生产单细胞蛋白的酵母菌,每隔 8 h~12 h 就可“收获”一次,每年可“收获”数百次,这是任何其他农作物不可能达到的;一个占地总面积 20 m² 左右的发酵罐一天生产的优质单细胞蛋白的量相当于一头牛,这在畜牧业是无法想象的。微生物繁殖快,代谢能力强的特性也为生物学基本理论研究带来了极大的便利——使科研周期大大缩短,效率提高。当然,对于危害人、动植物的病原微生物或使物品霉变的霉菌微生物,它们的这些特性也给人类带来了极大的麻烦和祸害。

4. 易培养,易变异

微生物的生存能力很强,很容易适应环境的变化。大多数的微生物利用简单的营养物质,在常温条件下即可大量生长,一般不受地理、季节、气候等自然条件的严格限制,因此易于对其进行科学研究及工业规模的管理。当然,由于微生物是简单、微小的低等生物,其遗传物质单一而不复杂。细胞内遗传物质容易受到外界环境因素的刺激而发生改变,并将这种改变传递给子代,经过繁殖后,会出现变异的后代。在医疗实践中,常见致病菌对抗生素产生抗药性变异。例如,1943 年青霉素刚问世时,它对金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 的作用浓度是 0.02 μg/mL,20 年后,有的菌株抗药性比原始菌株提高了一万倍(即 200 μg/mL)。而有些微生物的变异性使其具有极强的适应能力,诸如抗热性、抗寒性、抗盐性、抗干燥性、抗酸性、抗缺氧、抗高压、抗辐射及抗毒性等能力。这是微生物在漫长的进化历程中所经受各种复杂环境条件的选择和选择的结果。微生物的这一特性也使得我们能够不断提高生产用菌的生产能力和适应能力。

1.2 微生物的类群及微生物在生物界中的地位

1.2.1 微生物的主要类群

微生物种类繁多,根据其结构及进化地位可分为三类。

1. 原核细胞型微生物

细胞内仅仅有原始核,缺乏完整的细胞器。这类微生物具体包括细菌、放线菌、蓝细菌、立克次氏体、衣原体、支原体和螺旋体。

2. 真核细胞型微生物

细胞内有完整的细胞核,细胞质内有多种完整的细胞器。这类微生物包括真菌(酵母菌、霉菌)、担子菌、原生动物和单细胞藻类等。

3. 非细胞型微生物

即分子生物,不具备细胞结构,必须寄生生活,细胞内繁殖,仅由单一核酸和蛋白质组成。包括有病毒、亚病毒因子(类病毒、卫星病毒、朊病毒等)。

1.2.2 微生物在生物界中的地位

由于微生物种类的多样性,它们在生物界中占有极重要的地位。1969年魏塔克(Whittaker R H)首先提出了五界分类系统,即将整个生物界分成原核生物界、原生生物界、真菌界、动物界和植物界。然而,五界系统的生物均为细胞生物,还有一些无完整细胞结构的生命实体,如病毒、类病毒等没有划入。因此在五界分类系统的基础上,有科学家又将非细胞的生命实体列为病毒界,提出六界分类系统,见表1-1,从表中我们可以充分认识微生物在生物界的地位。到了1978年,伍斯(Woese)通过对不同生物16S和18S rRNA寡核苷酸序列的同源性进行测定后,提出了全新的生命起源的三原界系统,将整个生物界分为三个原界,也叫域,即古细菌域(archaea)、真细菌域(bacteria)和真核生物域(eukarya),更能从本质上说明生物的区别,这一学说现已被各国学者所接受,称为三域学说。可以看出,微生物分布于全部三个域当中。

表 1-1 微生物在生物六界系统中的地位

生物界名称	主要结构特征	微生物类群名称
植物界	细胞中具有核膜与核仁的分化,为大型非运动真核生物	
动物界	细胞中具有核膜与核仁的分化,为大型能运动真核生物	
真菌界	单细胞或多细胞,细胞中具有核膜与核仁的分化,为小型真核生物	酵母菌、霉菌、蕈菌等
原生生物界	细胞中具有核膜与核仁的分化,为小型真核生物	单细胞藻类、原生动物等
原核生物界	为原核生物,细胞中无核膜与核仁的分化,大小为微米(μm)级	细菌、放线菌、蓝细菌、立克次氏体、衣原体和支原体等
病毒界	无细胞结构,大小为纳米(nm)级	病毒、类病毒、拟病毒等



1.3 微生物学的研究内容与分科

1.3.1 微生物学的研究内容

微生物学是研究微生物及其生命活动规律的学科。其研究内容包括微生物的形态结构、生理生化、生长繁殖、遗传变异、生态环境,微生物在工业、农业、医药、环保等领域中的应用,以及微生物与动物、植物、自然界的相互作用。学习微生物学的最根本目的在于,继续发掘利用并改善对人类有益的微生物,用于实际生产;将对人类有害的微生物进行控制甚至消灭,使微生物完全为人类所利用。

1.3.2 微生物学的分科

微生物自身的特点使得以微生物作为研究对象解决了生物学上的许多重大争论问题,同时也与其他生物学科有了极为密切的关系。随着微生物学的不断发展成熟,可将其分为许多不同的分支学科,如按所研究的微生物对象不同可分为细菌学、真菌学、病毒学、噬菌体学等;按研究的微生物生命活动规律可分为微生物生理学、微生物遗传学、微生物生物化学、微生物生态学、分子微生物学、细胞微生物学等;按应用范围可分为工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、药学微生物学、食品微生物学、预防微生物学等;我们最常见的还有按与疾病的关系划分为医学微生物学、免疫微生物学、流行病学等;而按照生态环境,则可将微生物学划分为土壤微生物学、海洋微生物学、环境微生物学、水生微生物学、宇宙微生物学等。不同的分科依据对应不同名称的微生物学分科。这些分支学科通过各自深入的研究,为微生物学的全面、深入发展创造了有利条件。

1.4 微生物学与生物工程学的关系

人类在长期的生产实践中,对微生物的利用已有悠久的历史,积累了丰富的经验。6000年前,古埃及人就能利用酵母菌发酵面包。我国人民在距今4000多年前已经发明了制曲酿酒工艺,现在驰名世界的黄酒和白酒,均是在此基础上发展而生产的。用微生物方法制酱也为我国首创,早在2500年前,我国人民已能利用微生物制醋,做酱。在宋代还会用“以毒攻毒”的免疫方法,发明用种人痘来预防天花。这些都仅仅是人类利用微生物的开端,仅仅是凭借自己的经验,在实践中开发利用有益微生物和防治有害微生物,而并没有认识到世界中这些微小的生命的存在。

1676年,荷兰科学家范·列文虎克(van Leeuwenhoek, 1632—1723,见图1-1)