

高等职业教育规划教材

微生物学基础

Weishengwuxue Jichu

主 编 陈建军



现代农业类

凤凰出版传媒集团 / 江苏科学技术出版社

高等职业教育规划教材

现代农业类

微生物学基础

Weishengwuxue Jichu

主 编 陈建军

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

微生物学基础 / 陈建军主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2006. 9

高等职业教育规划教材. 现代农业类

ISBN 7-5345-5044-0

I. 微... II. 陈... 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(2006)第 093703 号

高等职业教育规划教材——现代农业类

微生物学基础

主 编 陈建军

责任编辑 王明辉

责任校对 苏 科

责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.jskpub.com>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 787 mm×1 035 mm 1/16

印 张 11

字 数 280 000

版 次 2006 年 9 月第 1 版

印 次 2006 年 9 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 7-5345-5044-0/S·816

定 价 15.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

高等职业教育规划教材——现代农业类 建设委员会

主 任：张耀钢

副 主 任：巫建华 丁 鹏 李胜强

委 员：(按姓氏笔划为序)

丁 鹏 王永和 王如平 田玉斌 成海钟
刘盛琅 巫建华 李运生 李胜强 李振陆
张耀钢 顾卫兵 臧大存

《微生物学基础》编写人员

主 编：陈建军

编 者：(按书中编写顺序)

陈建军 苏爱梅 徐志英 吴雪芬
徐本谦 徐 暄 张小华 王开进

审 稿：顾卫兵

编写说明

微生物学是一门重要的生物学科。随着微生物学的不断发展,特别是与生物学、医药学、生物化学、分子生物学等学科的渗透交融,微生物学科的发展必将对人类的生活、生产作出巨大贡献。作为农牧业、食品加工、环境保护类等专业的基础课程,掌握微生物相关理论知识与基本技能对于学好专业知识尤其重要。在江苏省农林厅的统一组织安排下,我们根据职业教育“够用、必须”的原则,参考了国内各类微生物学优秀教材,编写了这本《微生物学基础》。

本教材共分8章,编写时着重介绍微生物学的基本概念、基本知识、基本原理与技能,同时增加了微生物在生产上应用的有关内容,并且附有微生物学基础实验册。根据高等职业院校专业门类广的特点,为满足农林、食品、环保等专业的教学需求,为帮助学生奠定良好的微生物学基础,掌握必要的实践操作技能,本书编写内容较系统全面,各学校可以根据各自的专业特点,有选择地使用。

本教材由陈建军等8人共同编写,编写过程中得到主编单位南通农业职业技术学院及各参编院校的大力支持,江苏省农林厅科教处给予了热情指导,本教材引用了国内诸多教材中的有关资料,在此一并表示感谢!我们尽可能根据高等职业教育的教学要求编写本教材,但限于编者的知识、水平,本教材中一定存在不少缺点和错误,敬请广大同行、师生多提批评意见。

编 者

2006.6

1 绪 论	1
1.1 微生物的基本概念	1
1.2 微生物的特点	1
1.3 微生物在生物分类系统中的地位	3
1.4 微生物的分类和学名	3
1.5 微生物学的发展	3
2 微生物的形态结构和基本类群	7
2.1 原核细胞微生物	8
2.1.1 细菌	8
2.1.2 放线菌	21
2.1.3 蓝细菌	23
2.1.4 其他原核微生物	25
2.2 真核微生物	30
2.2.1 真菌	30
2.2.2 藻类	37
2.2.3 原生动物	39
2.2.4 微型后生动物	42
2.3 非细胞型生物——病毒	44
2.3.1 病毒的一般属性	44
2.3.2 噬菌体	47
2.3.3 病毒的种类	52
2.3.4 类病毒	55
思考题	56
3 微生物的营养和培养基	57
3.1 微生物的营养物质	57
3.1.1 微生物细胞的化学组成	57
3.1.2 微生物的营养物质及生理功能	58
3.2 微生物的营养类型	61
3.2.1 光能无机营养型	62
3.2.2 光能有机营养型	63

3.2.3	化能无机营养型	63
3.2.4	化能有机营养型	64
3.3	培养基	65
3.3.1	配制培养基的原则	65
3.3.2	培养基的类型及其应用	67
3.4	微生物对营养物质的吸收方式	69
3.4.1	被动扩散	69
3.4.2	促进扩散	69
3.4.3	主动运输	70
3.4.4	基团转位	71
	思考题	72
4	微生物的生长	73
4.1	微生物的生长繁殖	73
4.1.1	微生物生长繁殖	73
4.1.2	微生物生长的测定	77
4.2	影响微生物生长的因素	79
4.2.1	物理因素对微生物的影响	79
4.2.2	化学因素对微生物的影响	83
4.3	灭菌和消毒	86
4.3.1	常用的灭菌方法	87
4.3.2	常用的消毒方法	91
4.3.3	影响灭菌和消毒的因素	93
4.3.4	化学治疗剂	94
4.4	微生物分离和纯培养	95
4.4.1	无菌技术	95
4.4.2	微生物的分离方法	95
4.4.3	接种	96
4.4.4	微生物的培养	97
	思考题	99
5	微生物的代谢与发酵	101
5.1	微生物的酶	101
5.1.1	酶的特性	101
5.1.2	酶的分类及其应用	102
5.2	微生物的产能代谢——呼吸作用	104

5.2.1 微生物的呼吸类型	104
5.2.2 不同呼吸类型的微生物	105
5.2.3 微生物呼吸作用的本质	106
5.2.4 生物热的利用	106
5.3 微生物的代谢产物	107
5.3.1 初级代谢物	107
5.3.2 次级代谢物	107
5.4 微生物的发酵生产	109
5.4.1 微生物发酵的类型和产品	109
5.4.2 微生物发酵的一般工艺	109
5.4.3 发酵工艺条件的控制	110
思考题	111
6 微生物的遗传与菌种的保藏	112
6.1 遗传与变异	112
6.1.1 遗传与变异现象	112
6.1.2 遗传和变异的物质基础	112
6.1.3 遗传信息的传递	114
6.1.4 变异是微生物育种的基础	115
6.2 微生物的选种	119
6.2.1 从自然界中选种	119
6.2.2 从生产中选种	123
6.3 菌种的衰退、复壮与保藏	123
6.3.1 菌种的衰退与复壮	123
6.3.2 菌种的保藏	125
思考题	126
7 微生物的生态	127
7.1 微环境或微生境	127
7.1.1 微环境或微生境	127
7.1.2 表面环境与附着	128
7.2 环境中的微生物群落的组成	128
7.2.1 空气中的微生物	128
7.2.2 土壤中的微生物	128
7.2.3 陆地水域中的微生物	129
7.2.4 海洋中的微生物	130
7.2.5 农产品和动物体上的微生物	130

7.3 微生物间以及它与其他生物间的相互关系	131
7.3.1 微生物间的相互关系	132
7.3.2 微生物与高等植物间的相互关系	134
7.3.3 微生物与人体及动物间的相互关系	136
7.4 微生物与物质转化	137
7.4.1 碳素循环	137
7.4.2 氮素循环	140
7.4.3 硫素循环	148
7.4.4 磷素循环	150
思考题	150
8 微生物的应用	152
8.1 微生物在农业生产上的应用	152
8.1.1 微生物农药	152
8.1.2 微生物肥料	155
8.1.3 食用菌	157
8.2 微生物在食品工业上的应用	161
8.2.1 酵母菌的应用	161
8.2.2 细菌的应用	163
8.2.3 霉菌的应用	164
8.3 微生物在环境保护上的应用	165
8.3.1 污水的处理	165
8.3.2 非天然有机物的分解	166
思考题	167
参考文献	168

1 绪 论

在自然环境中,到处生存着种类繁多,数量庞大的微生物群体。目前已经确定的微生物种类已达 10 多万种。其实,人类的生活也时刻与微生物进行着密切的接触,微生物与人类的关系十分重要。一方面,微生物为我们生活提供了无穷的便利,人类充分享受着微生物带给我们的恩惠;另一方面,人类与有害微生物的斗争也一刻未曾停止。微生物是一把十分锋利的双刃剑。在我们日常生活中,可口的酸奶、美味的面包、甘醇的美酒、疗效显著的抗生素药物、生物农药等都是微生物对人类的贡献。但是令人生畏的各类疾病给人类的伤害却是那么“残忍”。无论是日常的感冒不适,还是突发性的流行瘟疫;无论是鼠疫、霍乱,还是目前正在威胁

着人类健康的癌症、艾滋病(AIDS)等。2003 年的非典型肺炎及 2005 年震惊中外的禽流感,对人类生产、生活的影响十分巨大。这些都与微生物有关,我们要从了解微生物、认识微生物开始,进而更好地研究和利用微生物,正确地用好这把双刃剑,为人类造福。

微生物促成了有机物和无机物之间不断地转化,积极地推动了自然界的物质循环,对自然环境和人类的生存产生了巨大的影响。一个完整的生态系统包括生产者、消费者、分解者和非生物组分四个主要组分。微生物是重要的分解者,离开了微生物将无法维持生态系统的平衡,一切生命也将无法生存。

1.1 微生物的基本概念

人们把那些形体微小(小于 0.1 mm),结构简单,在适宜环境下能生长繁殖及发生遗传变异,用肉眼难以看到,必须借助光学显微镜或电子显微镜才能看清的低等微小生物统称为微生物(microorganism)。

微生物的类群十分庞杂,它们形态各异,大小不同,生物特性差异极大。它们大多为单细胞,少数为多细胞,还包括一些没有细胞结构的生物。

1.2 微生物的特点

微生物和其他生物一样,具有一切生命活动的共同特点,除新陈代谢、生长繁殖、遗传变异等现象以外,还具有其他特点。

(1) 个体微小、表面积大

微生物的个体极其微小,要通过显微镜放大

才能看清,微生物的大小通常以微米(μm)为单位表示。真菌中霉菌菌丝的直径为 $3\sim 10\ \mu\text{m}$ 。细菌的直径一般为 $0.5\sim 1.0\ \mu\text{m}$ 。而病毒则更小,大多在 $10\sim 300\ \text{nm}$ 之间,必须借助电子显微镜才能看清。微生物的个体虽小,但单位体积占

有的表面积(表面积/体积)很大。大肠杆菌单位体积占有的表面积是人体的 30 万倍。微生物这种小体积大面积的体系,特别有利于它们与周围环境进行物质能量以及信息的交换。

(2) 分布广,种类多

高等生物的分布区域常有明显的分布界限,而微生物体积小、重量轻,因此可以到处传播,以致达到“无孔不入”的地步,从高山到平原,从沙漠到绿洲,从江、河、湖、海到大气层都有微生物的群体。只要生活条件合适,它们就可大大繁殖起来。地球上除了火山的中心区域外,从土壤圈、水圈、大气圈直至岩石圈,到处都有微生物家族的踪迹。可以认为,微生物将永远是生物圈上下限的开拓者和各种记录的保持者。

由于微生物的发现比动、植物迟得多,加上鉴定种的工作及划分种的标准等较为困难,所以人们着重研究的是对人类关系最密切的那些种。目前比较肯定的微生物种约有 10 多万种。随着分离、培养方法的改进和研究工作的深入,微生物新种的发现将层出不穷。

从微生物的分布广、种类多这一特点可以看出,微生物的资源是极其丰富的。有人估计,可是,目前人类仅开发利用了已发现微生物的 1%。因此,在生产实践和生物学基本理论问题的研究中,微生物的利用前景将是十分广阔的。

(3) 吸收快,转化能力强

微生物吸收营养的速度很快,转化物质的能力非常强。大肠杆菌每小时要消耗其自身体重 2 000 倍的糖。一个细菌在 1 h 内消耗的糖按质量比相当于一个人在 500 年时间内所消耗的粮食,约为人的几百万倍。

微生物吸收营养快,转化物质的能力强的特点可以被人类所利用,如迅速将环境中的污染物分解转化为无害物质的能力,使它们在治理环境污染的工程中担当主要角色。同时这一特性为它们的高速生长繁殖和产生大量代谢产物提供了充分的物质基础,从而使微生物有可能更好地发挥“活的化工厂”的作用。人类对微生物的利用充分体现在它们的生物化学转化能力。

(4) 代谢旺,繁殖速度快

微生物具有极高的生长和繁殖速度。在生长旺盛时,大肠杆菌每 20 min 就可繁殖一代,24 h 可增殖 72 代,如果没有其他条件的限制,经过一昼夜 1 个细菌就增殖至 4×10^{12} 亿个。事实上由于客观条件的限制,细菌的指数分裂速度只能维持数小时,因而在液体培养基中,细菌细胞的浓度只能达到 $1 \text{ mL } 10^8 \sim 10^9$ 个。

微生物的这一特性在发酵工业上具有重要的实践意义,主要体现在它的生产效率高,发酵周期短上。如,500 kg 重的食用公牛,每昼夜只能从食物中“浓缩”0.5 kg 的蛋白质,而同样重的酵母菌以质量较次的糖液和氨水为主要养料,在 24 h 内即可合成 50 000 kg 的优良蛋白质。当然,对于危害人、畜和植物等的病原微生物来说,它们的这一特性就会给人类带来极大的麻烦,甚至极大的祸害。

(5) 易变异,适应能力强

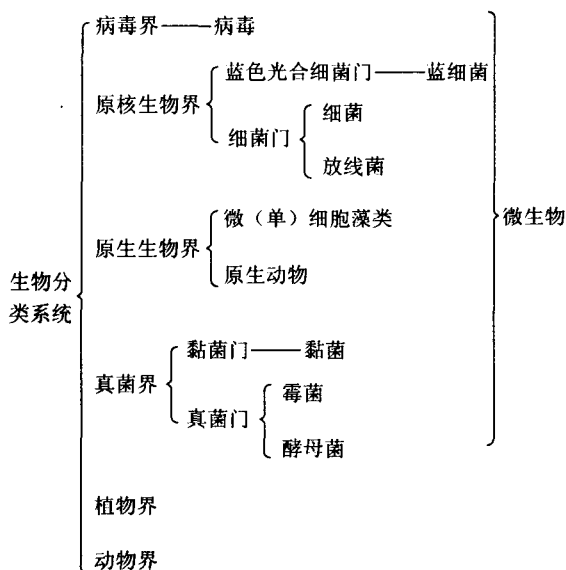
微生物的个体通常为单细胞、简单多细胞或非细胞结构,它们通常都是单倍体,加上具有繁殖快、数量多和与外界环境直接接触等原因,即使自然变异率很低,也可在短时间内获得大量变异后代。常见的变异形式是基因突变,涉及到形态构造、生理类型,各种抗性、抗原性,以及代谢产物的质和量的变异等。微生物的这种变异性,对微生物利用来看有两面性,既有利又不利。有利的方面是,可以利用容易变异的特点使我们不断提高生产用菌种的生产能力和适应能力。例如,由于青霉素生产菌产黄青霉(*Penicillium chrysogenum*)的产量变异,使发酵水平从 1 mL 发酵液中提取 5 万单位到现在的 10 万多单位。不利的方面是有些优良菌种若保存不当或人工培养上经多次传代后,菌种的优良特性极易退化。由于滥用抗生素类药物,导致病原菌发生变异,从而使抗生素失去抗菌功效。

微生物对环境条件尤其是恶劣的“极端环境”所具有的惊人适应力,堪称生物界之最。例如,在海洋深处的某些硫细菌,可在 250℃ 甚至 300℃ 的高温条件下正常生长。大多数细菌能耐 0~ -196℃ 的任何低温;一些嗜盐菌甚至能在

32%的饱和盐水中正常生活;许多微生物尤其是产芽孢的细菌可在干燥条件下保藏几十年、几百

年甚至几千年。也正是微生物的较强的适应能力使得它们分布极广。

1.3 微生物在生物分类系统中的地位



早在19世纪70年代,就有人主张把微生物独立成一界,因为在历史上,人们只把生物界分为植物界和动物界,并把一些具有细胞壁类群,如藻类、真菌、细菌等归属于植物界,另一些不具有细胞壁而能运动的类群,如原生动物归属于动物界。但真菌不能营光合作用,而许多细菌既能运动又可光合作用,它们与动、植物不同。在自然界中的许多生物,归属于植物界和动物界都不合适,因此1969年魏塔克(Whittaker)首先提出了五界系统,把自然界中具有细胞结构的生物分为五界。根据我国学者的提议,无细胞结构的病毒应看作一界,这样便成了生物的六界系统。微生物在其中的位置见左表。

1.4 微生物的分类和学名

微生物的分类单位和动、植物一样,以种为单位,相近的种归为属,相近的属归为科。种以下还可分为变种、菌株。

微生物的命名,国际上通用“双名法”(病毒除外)。微生物的名称(学名)和动、植物一样,也是由两个拉丁词——即一个属名(在前)和一个种名组成,属名的第一个字母必须大写,而种名为形容词,一般小写。印刷时,学名用斜体字。实际上完整的学名还要在种名后面加上这个种命名人的姓,命名人的姓一律用正体字。如黄曲

霉(*Aspergillus flavus* Link),第一个词是曲霉的属名,第二个词是种名(黄色的意思)。第三个词是命名人的姓。微生物的中文名称,有的是按学名译出的,有的则是按我国习惯重新命名的,一般也由一个种名的形容词和一个属名简化名词构成,如黑曲霉、米曲霉、枯草杆菌等。在生产实践中,当一个菌株未进行鉴定以前,往往用微生物菌株的名称,有的采用编号,有的采用代称,也有的代称和编号合在一起,如“5406”、“鲁保1号”。

1.5 微生物学的发展

(1) 微生物学研究内容和任务

微生物学是研究微生物在一定条件下的形态结构、生理生化、遗传变异以及微生物的进化、分类、生态等生命活动规律及其应用的一门科

学。作为一门学科来研究,比植物学、动物学要晚得多,至今不过100多年的历史。随着微生物学的不断发展,已形成了基础微生物和应用微生物学,又可分为许多不同的分支学科,并还在不

断地形成新的学科和研究领域。其主要的分科见图 1-1。

在分子水平上研究微生物生命活动规律的分子微生物学,重点研究微生物与寄主细胞相互关系的新型学科领域——细胞微生物学 (cellular microbiology),以及伴随人类基因组计划兴起的微生物基因组学等分支学科和新型领域的兴起,标志着微生物学的发展又迈上了一个新的台阶,为在 21 世纪更好地利用、控制、改造微生物,造

福于人类开创了广阔的前景。

(2) 微生物学的发展史

我国劳动人民很早就认识微生物的存在和作用,也是最早应用微生物的少数国家之一。早在 8 000 多年前已经出现了曲蘖酿酒了,4 000 多年前我国酿酒已十分普遍。公元 9~10 世纪,我国已发明用鼻苗法种痘,用细菌浸出液采铜。到了 16 世纪,古罗马医生 G. Fracastoro 才明确提出疾病是由肉眼看不见的生物引起的。我国

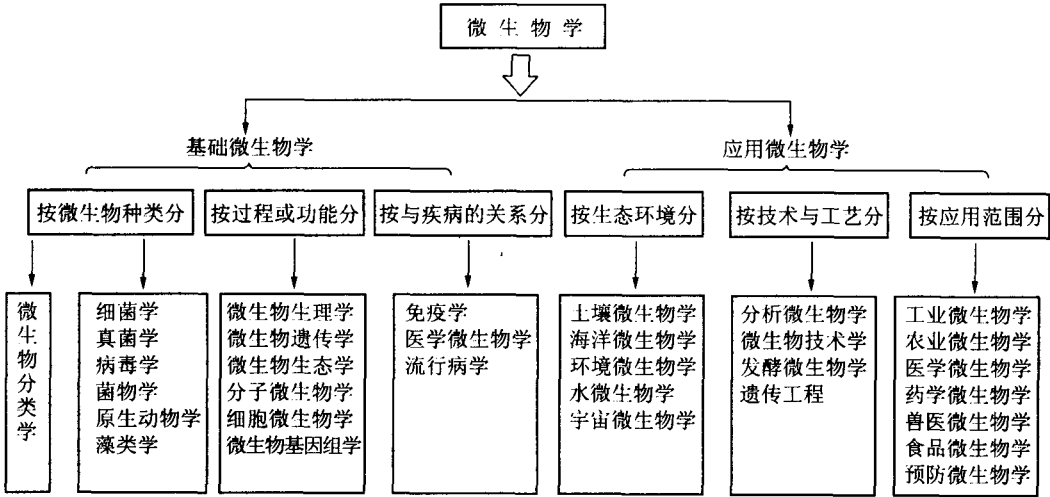


图 1-1 微生物学的主要分支学科

明末(1641 年)医生吴又可也提出“戾气”学说,认为传染病的病因是一种看不见的“戾气”,其传播途径以口、鼻为主。但真正看见并描述微生物的第一人是荷兰商人安东·列文虎克 (Antony van Leeuwenhoek, 1632~1723)。他利用自制显微镜

清楚地观察到细菌和原生动物。首次揭示了一个崭新的生物世界——微生物界。

回顾微生物学的发展历史,可分为五个时期,即史前期、初创期、奠基期、发展期和成熟期(见表 1-1)。

表 1-1 微生物的发展简史

发展时间	经历时间	特点和标记	代表人物
史前期	8 000 年前~公元 1676 年	人类已在应用微生物,如发酵、酿造等,但未发现微生物的存在	各国劳动人民
初创期	1676~1860	世界上第一次发现微生物的存在(当时称“微动物”)	安东·列文虎克
奠基期	1861~1896	开创了寻找病原微生物的“黄金时期”,并从形态描述进到生理学研究的新水平	巴斯德(微生物学奠基人) 柯赫(细菌学奠基人)
发展期	1897~1952	用无细胞汁发酵酵母成功,并开创了微生物生化研究的新时期 “普通微生物学”作为一门学科开始形成	E. Buchner M. Doudoroff
成熟期	1953 年以后	DNA 结构的双螺旋模式建立;微生物成为分子生物学中的重要研究对象;20 世纪 70 年代后微生物成为生物工程学科的主角	J. D. Watson 和 H. F. C. Crick (DNA 双螺旋结构模型的创立)

(3) 21 世纪的微生物学展望

20 世纪的微生物学走过了辉煌的历程,面对新的世纪展望她的未来,将是一幅更加绚丽多彩的立体画卷,在这画卷上也可能会出现我们目前预想不到的闪光点。

① 生物基因组学研究将全面展开。所谓“基因组学”是 1986 年由 Thomas Roderick 首创,至今已发展成为一专门的学科领域,包括全基因组的序列分析、功能分析和比较分析,是结构、功能和进化基因组学交织的学科。

微生物基因组学将在继续作为“人类基因组计划”的主要模式生物,在后基因组研究(认识基因与基因组功能)中发挥不可取代的作用外,会进一步扩大到其他微生物,特别是与工农业及与环境、资源、疾病有关的重要微生物。目前,已经完成基因组测序的微生物主要是模式微生物、特殊微生物及医用微生物。而随着基因组作图测序方法的不断进步与完善,基因组研究将成为一种常规的研究方法,为从本质上认识微生物自身以及利用和改造微生物将产生质的飞跃,并将带动分子微生物学等基础研究学科的发展。

② 微生物的研究将全面深入。以了解微生物之间、微生物与其他生物、微生物与环境的相互作用为研究内容的微生物生态学、环境微生物学、细胞微生物学等,将在基因组信息的基础上获得长足发展,为人类的生存和健康发挥积极的作用。

③ 微生物生命现象的特征和共性将更加受到重视。微生物具有其他生物不具备的生物学特性,具有其他生物不具备的代谢途径和功能,例如可在其他生物无法生存的极端环境下生存和繁殖,化能营养、厌氧生活、生物固氮和不释放氧的光合作用等,反映了微生物极其丰富的多样性。微生物生长、繁殖、代谢、共用一套遗传密码等具有其他生物共有的基本生物学特性,反映了生物高度的统一性。微生物个体微小、结构简单、生长周期短、易培养和变异,便于研究。微生物这些生命现象的特性和共性,将是 21 世纪进一步解决生物学重大理论问题和实际问题最理想的材料,如生命起源与进化,物质运动的

基本规律等的研究,新的微生物资源、能源、粮食的开发利用等。

④ 与其他学科实现更广泛的交叉,获得新的发展。20 世纪微生物学、生物化学和遗传学的交叉形成了分子生物学;而 21 世纪的微生物基因组学则是数、理、化、信息、计算机等多种学科交叉的结果。随着各学科的迅速发展和人类社会的实际需要,各学科之间的交叉和渗透将是必然的发展趋势。21 世纪的微生物学将进一步向地质、海洋、大气、太空渗透,使更多的边缘学科得到发展,如微生物地球化学、海洋微生物学、大气微生物学、太空(或宇宙)微生物学以及极端环境微生物学等。微生物学在与能源、信息、材料、计算机等先进技术结合的基础上,向自动化、定向化和定量化发展。

⑤ 微生物产业将呈现全新的局面。微生物从发现到现在的短短 300 年间,特别是 20 世纪中期以后,已在人类的生活和生产实践中得到广泛的应用,并形成了继动物、植物两大生物产业后的第三大产业。这是以微生物的代谢产物和菌体本身为生产对象的生物产业,所用的微生物主要是从自然界筛选培育的自然菌种。21 世纪,微生物产业除了更广泛地利用和挖掘不同环境(包括极端环境)的自然资源微生物外,基因工程菌将形成一批强大的工业生产菌,生产外源基因表达的产物,特别是药物的生产将出现前所未有的新局面,结合基因组学在药物设计上的新策略,将出现以核酸(DNA 或 RNA)为靶标的新药物(如有义寡核苷酸、肽核酸、DNA 疫苗等)的大量生产,人类将完全征服癌症、艾滋病以及其他疾病。

⑥ 微生物工业将生产各种各样的新产品。随着生物技术革命的深入,微生物工业将生产各种各样的新产品,例如,降解性塑料、生物芯片、生物能源等,在 21 世纪将出现一批崭新的微生物工业,为全世界的经济和社会发展作出更大贡献。特别是生物芯片技术,它出现仅仅几年,但已吸引了无数人的注意。认为生物芯片的应用具有十分巨大的潜力,在后基因组研究、新药研究、生物物种改良、疑难疾病(包括癌症、早老性

痴呆等)的病因研究和医学诊断等方面它已经提供或正在提供有价值的信息。随着生物芯片制作工艺和检测分析手段的飞速发展,相信在 21 世纪许多生物化学反应,尤其是目前在凝胶上、

膜上和酶标板上进行的生化反应都将在芯片上完成。有人预计生物芯片技术将会和聚合酶链反应(PCR)和 DNA 重组技术一样,给分子生物学和相关学科带来突飞猛进的飞跃。

2 微生物的形态结构和基本类群

在有细胞结构的微生物中,按其细胞结构,尤其是细胞核的构造和进化上的差异,可把它们分成原核微生物和真核微生物两大类。原核细胞和真核细胞的区别是30多年来现代生物学研究的新发展。以电子显微镜为主要工具研究细胞的微细构造和功能,发现原核细胞和真核细胞(表2-1)有3项主要区别。

① 原核细胞中没有真正的细胞核,只有核区,核区内含有一个只由脱氧核糖核酸构成的基因体,亦称染色体。真核细胞含有由多条染色体组成的基因体群。真核细胞有一个明显的核,染色体位于核内,核由核膜包围,这样的核称为真核。原核细胞的核区没有核膜包围,称为原核。

② 原核细胞的细胞膜包围细胞质,并且大量折皱陷入到细胞质里面去,称为细胞间体。细胞间体形成一些管状和囊状的结构,它们是能量代谢和许多合成代谢的场所。真核细胞的细胞膜包围细胞质,核物质由核膜包围,核膜向外延伸形成内质网。线粒体是能量代谢的细胞器,叶绿体是光合作用的细胞器,它们都由各自的膜包围。这些细胞器的膜都和细胞膜没有直接联系。

③ 核糖体位于细胞质内,它们是合成蛋白质的场所。原核细胞的核糖体小些,是70S粒子;真核细胞的核糖体大些,是80S粒子。表2-1列举了原核细胞和真核细胞的区别。

表2-1 原核细胞和真核细胞的比较

细胞结构	原核细胞	真核细胞
核膜和内质网	—	+
染色体数	1	大于1
有丝分裂	—	+
线粒体	—	+
叶绿体	—	—或+
核蛋白体	70S	80S

尽管有上述区别,一切细胞生物(不论是原核生物或真核生物,也不论最简单的单细胞生物或十分复杂的高等动物或高等植物)的物质组成成分、遗传变异、物质代谢和生长繁殖的共同性仍然是主要的。因而人们认为一切细胞生物都是同源的。细胞生物的多种多样是生物进化过程中的发展和分化。原核生物(prokaryote)和真核生物(eukaryote)是进化过程中的两个发展阶段或两个发展方向。

至于病毒,它们的物质成分与细胞生物的物质成分有共同性,但它们没有细胞构造,同时必须寄生在生活着的细胞生物体内,依靠寄主细胞的代谢作用才能够完成遗传变异、物质代谢和生长繁殖的全部生命活动过程,它们是不是比细胞生物还原始的生物的代表,或者是细胞生物退化(丧失了自己的代谢构造和功能)的表现,现在还没有论证的根据。

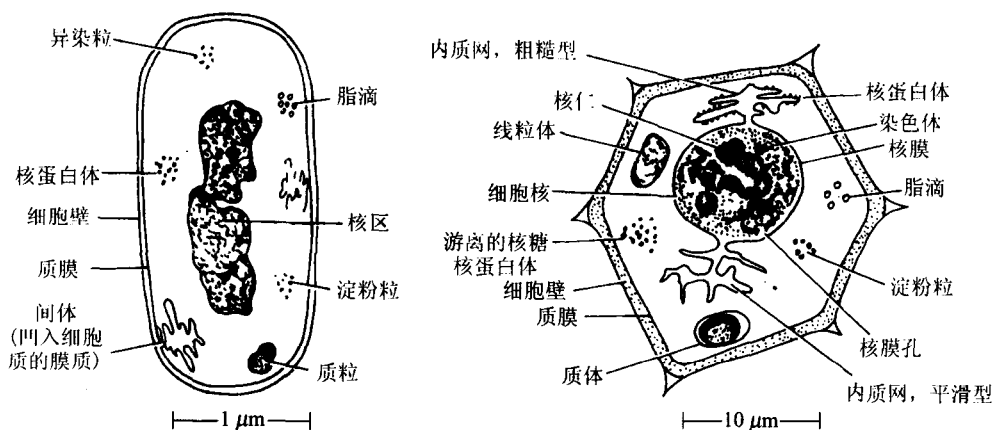


图 2-1 原核细胞和真核细胞

2.1 原核细胞微生物

原核生物是微生物中的一个重要类群,绝大多数为单细胞生物,有些种类可形成多核细胞或多细胞丝状体,是目前已知的结构最简单并能独立生活的一类细胞生物。主要分真细菌和古生菌两大类群,真细菌包括细菌、放线菌和蓝细菌、支原体、衣原体、立克次氏体等。近年来正在越来越深入研究的古细菌(*archaeobacteria*)或古生菌(*archaea*),尽管在进化谱系上与真细菌(*eubacteria*)和真核生物相互并列,但其在细胞构造上却与真细菌较为接近,同属于原核生物。

2.1.1 细菌

细菌(*bacteria*)是一大类群结构简单、种类繁多、主要以二分裂繁殖和水生性较强的单细胞原核微生物。尽管不少细菌对人是有利的,如,致病、使食品和物品腐烂变质等,但有很多细菌是有益的,细菌与人类生产及生活有着非常密切的关系。

2.1.1.1 细菌细胞的形态和大小

细菌的形态主要以杆状、球状和螺旋状 3 种

最为典型(图 2-2),其中以杆状为最常见,球状次之,螺旋状较为少见。

大多数细菌是杆状的。杆状的细菌称杆菌(*bacillus*)。杆菌长 $1\sim 8\ \mu\text{m}$,宽 $0.5\sim 1.0\ \mu\text{m}$ 。根据分裂后是否相连或排列方式,分为单杆菌、双杆菌和链杆菌。杆菌形态多样,有短杆或球杆状(长宽非常接近),如甲烷短杆菌属;有长杆或棒杆状(长宽相差较大),如枯草杆菌(*Bacillus subtilis*);有的两端平截,如炭疽芽孢杆菌(*B. anthracis*);有的两端稍尖,如松菌属;有的在一端分支,故呈“丫”或叉状,如双歧杆菌属;有的有一柄,如柄细菌属;有的杆菌稍弯呈月亮状或弧状,如脱硫弧菌属。杆菌的细胞排列状态有“八”字状,如脱硫弧菌属。杆菌的细胞排列状态有“八”字状、栅状、链状以及有菌鞘丝状等。

球状的细菌称球菌(*coccus*)。直径 $0.5\sim 2.0\ \mu\text{m}$,根据其细胞的分裂面和子细胞分离与否,有不同的排列状态:单球菌(即球菌)、双球菌、链球菌、四联球菌、八叠球菌和葡萄球菌等。

螺旋状的细菌称螺菌(*spirillum*)。长为 $5\sim 50\ \mu\text{m}$,宽 $0.5\sim 5\ \mu\text{m}$ 。螺旋不到 1 周的叫弧菌(*vibrio*),其菌体呈弧形或逗号状,如霍乱弧菌