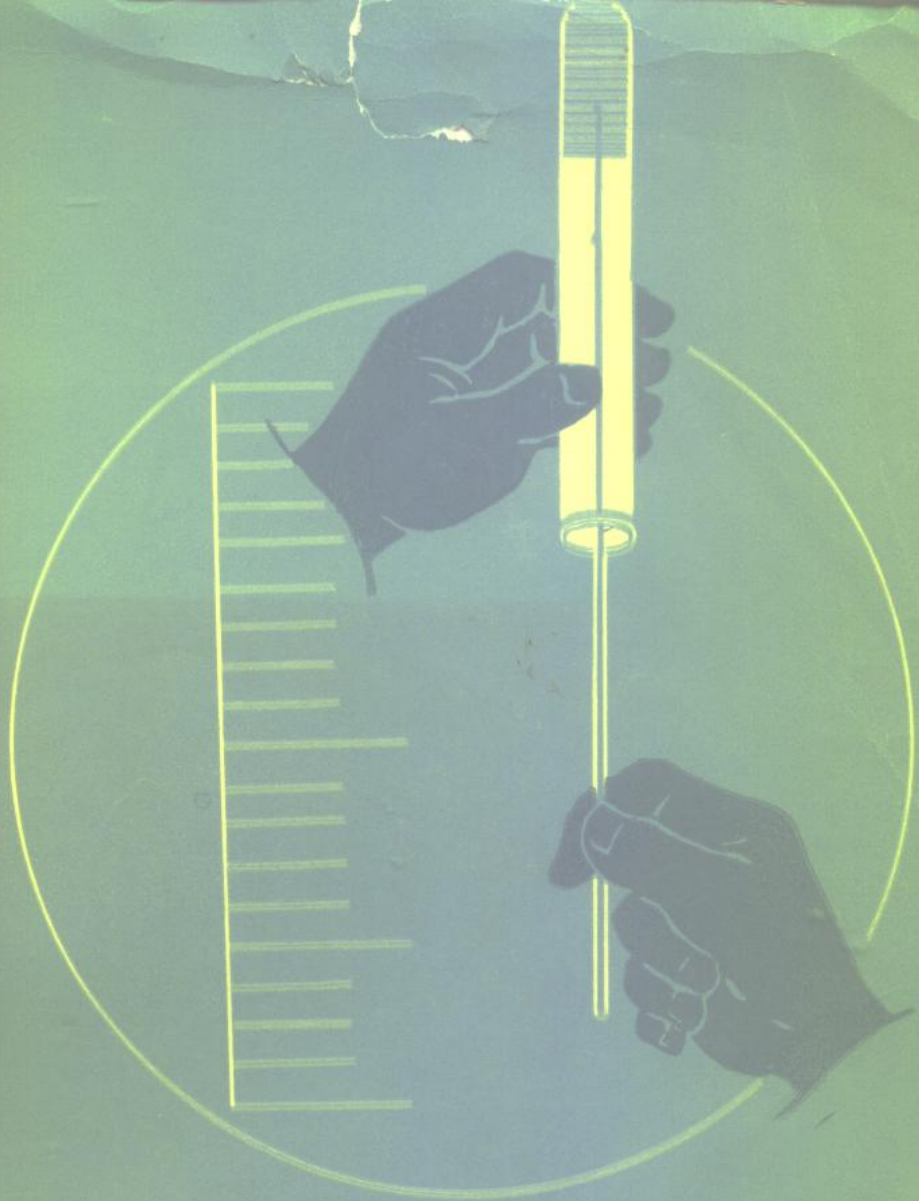




基础微生物学专题选

高等教育出版社

基础微生物学专题选

复旦大学生物系“基础微生物学专题选”编写组

高等教育出版社

基础微生物学专题选

复旦大学生物系

《基础微生物学专题选》编写组

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 12.75 字数 287,000

1983年7月第1版 1983年12月第1次印刷

印数 00,001 —6500

书号13010·0861 定价 1.60 元

前 言

一九八〇年春,复旦大学生物系和山东大学生物系接受教育部的委托,于同年7—8月间,在上海复旦大学为全国兄弟高等院校举办暑期基础微生物学讲习班,并邀请加拿大缅尼托巴大学微生物学系加籍华裔仇大健教授来校讲学,由于讲课内容具有深入浅出、重点明确和启发性强等特点,特别是扼要地介绍了国际上近年来有关分子生物学方面的进展概况,对于提高国内基础微生物学的教学质量有一定帮助,因此得到参加讲习班的120多位各兄弟院校微生物学教师的好评,他们纷纷要求将讲学的内容和讲义整理出版。为此,我们征得了仇大健教授的同意并接受他的委托,将讲习班中仇大健教授使用的讲义进行整理和改编,同时尽可能地保留原讲义中图文并茂的特点,并参阅了有关参考书籍,对讲义中的重点章节作了适当的整理和补充。为了避免与国内已经出版的同类书籍内容上的重复,对于一般的章节只作了概括的介绍,以供有关方面同志的参考。

承担本书整理和改编任务的有复旦大学生物系王鸣岐、郑善良、郭杰炎、周德庆和盛宗斗等五位同志。由于水平有限,错误与不妥之处在所难免,还望读者提出宝贵意见,不胜感激。

“基础微生物学专题选”编写组

一九八三年一月

目 录

编者的话——代绪言	1	三、核酸合成的调节作用	91
第一章 微生物的代谢作用	15	(一) 脱氧核糖核酸合成的调节作用	91
第一节 产能代谢 (分解产能及光合产能)	16	(二) 核糖核酸合成的调节作用	93
一、热力学原理	16	第二章 病毒	94
二、微生物体内能量转移的媒介物	17	第一节 病毒的一般性质	94
(一) 三磷酸腺苷	17	一、病毒的形态	94
(二) 烟酰胺辅酶	19	二、病毒的化学成分	95
三、各类细菌产生能量的基本步骤	21	三、病毒核酸的特性	95
(一) 化能异养细菌	22	(一) 病毒的DNA	96
(二) 化能自养细菌	27	(二) 病毒的RNA	98
(三) 光能细菌	28	(三) 病毒核酸的类别	98
第二节 微生物的合成作用	32	四、病毒的复制与一步生长曲线	101
一、微生物进行合成作用的三个必要条件	32	五、病毒的分类	103
(一) 能量(ATP)的获得	32	第二节 噬菌体	105
(二) 还原剂(NADPH_2)的获得	32	一、噬菌体的种类和性质	105
(三) 简单无机或有机物质的获得	33	(一) 蝌蚪状收缩性长尾噬菌体	105
二、前体物质的合成过程	39	(二) 蝌蚪状非收缩性长尾噬菌体	105
(一) 核苷酸及脱氧核苷酸的合成过程	39	(三) 蝌蚪状非收缩性短尾噬菌体	105
(二) 氨基酸的合成过程	43	(四) 多角形大顶衣壳粒噬菌体	105
(三) 卟啉、单糖及脂肪酸的合成过程	48	(五) 多角形小顶衣壳粒噬菌体	105
三、聚合物(高分子)的合成过程	51	(六) 纤长形噬菌体	105
(一) 多糖类的合成	51	二、烈性噬菌体	106
(二) 脂肪类的合成	54	(一) 双链DNA烈性噬菌体	106
(三) 核酸的生物合成	57	(二) 单链DNA烈性噬菌体	113
(四) 蛋白质的生物合成	67	(三) 单链RNA烈性噬菌体	114
第三节 分解作用与合成作用的相互关系	73	三、温和性噬菌体	117
一、制造烯醇式草酰乙酸的回补顺序	73	(一) λ 噬菌体	117
二、制造烯醇式磷酸丙酮酸的回补顺序	76	(二) 其他温和噬菌体	122
第四节 微生物代谢作用的调节与控制	77	第三节 动物病毒	123
一、酶合成的调节作用	77	第四节 植物病毒	126
(一) 酶合成的诱导作用	79	第三章 遗传与变异	128
(二) 酶合成的阻遏作用	80	第一节 基因突变	130
二、酶活性的调节作用(末端产物		一、突变的类型	130
抑制作用)	83	(一) 正变种	130
(一) 单线代谢中的末端产物抑制作用	86	(二) 负变种	130
(二) 分支代谢途径中的末端产物抑制作用	87	(三) 乳糖操纵子内各种基因的突变	132
(三) 反馈抑制与阻遏作用的区别及		(四) 抑制性突变	135
中间代谢物对酶活性的影响	88	二、突变的本质	136

(一) 自发性.....	136	(一) DNA 的碱基组分分析在分类学上的应用.....	170
(二) 群体动态.....	138	(二) 核酸分子杂交法.....	170
(三) 选择与适应.....	140	四、血清反应法.....	173
三、突变的化学基础.....	140	第三节 细菌的主要类群.....	173
(一) 化学诱变剂.....	142	一、光能营养细菌.....	174
(二) 物理诱变剂.....	147	二、滑动细菌.....	176
四、遗传互补作用.....	148	三、鞘细菌.....	176
(一) 基因外补作用.....	148	四、生芽和(或)有附饰的细菌.....	177
(二) 基因内补作用.....	149	五、螺旋体.....	178
第二节 遗传重组.....	149	六、螺旋形和弯曲细菌.....	179
一、细菌重组的一般特性及重组模型.....	150	七、革兰氏阴性好氧杆菌及球菌.....	180
二、重组的途径.....	153	八、革兰氏阴性兼性厌氧杆菌.....	182
(一) 转化作用.....	153	九、革兰氏阴性厌氧细菌.....	183
(二) 转导作用.....	155	十、革兰氏阴性球菌及球杆菌.....	183
(三) 接合作用.....	157	十一、革兰氏阴性厌氧球菌.....	184
三、接合作用及转导噬菌体在遗传工程中的应用——分离乳糖操纵子实验.....	161	十二、革兰氏阴性化能自养细菌.....	184
四、质粒.....	163	十三、产甲烷细菌.....	184
第三节 噬菌体遗传.....	166	十四、革兰氏阳性球菌.....	185
第四章 细菌分类	167	十五、产芽孢的杆菌及球菌.....	185
第一节 细菌分类原则.....	167	十六、革兰氏阳性无芽孢杆状细菌.....	187
一、分类单位.....	167	十七、放线菌及有关的细菌.....	188
二、分类命名.....	167	十八、立克次氏体.....	189
第二节 目前常用的细菌分类法.....	168	十九、枝原体.....	189
一、传统分类法.....	168	第四节 鉴定细菌类别的几个基本步骤.....	190
二、数值分类法.....	168	参考书及建议读物	196
三、分子的的和遗传的分类法.....	170		

编者的话——代绪言

微生物学是生物科学中一个活跃的分支学科，它的研究对象是肉眼看不见的细菌、放线菌、酵母菌、病毒，以及部分藻类和原生动物的现象和本质，研究它们间的相互关系、它们与环境的相互关系、它们与其他生物的相互关系。微生物是自然界中最小的生物，而作用则是无限大。由于它具有多种多样的形态构造、生活周期和生理生化作用，使它几乎成了“无孔不入、无微不至、无远不屈、无遇不适”的有机体。虽然，对它们的观察，可以追溯到列文虎克(1632—1723)以来比较长的时期，特别是复式显微镜应用的累积。但对这个学科的创始，则仅仅在一个世纪以前巴斯德和柯赫的实验研究，也可以说，实验微生物学始于巴斯德和柯赫的实验研究，甚至走向微生物与物质转化和引起病害的关系方面。但有关微生物的起源，长期以来，有偶然发生和种源发生两个学派。巴斯德从1842年以来一系列的实验，否定了生物的偶然发生，肯定了种源发生*。几乎同时，又证实引起病害的病原是微生物(细菌、真菌)。1888年，创立了以巴斯德命名的第一个微生物学研究所，巴斯德任所长。下设普通微生物学、微生物学与卫生保健、微生物学方法及其在医学方面的应用、低等生物一般形态学及比较微生物学四个研究单位。但是，这些科学家在当时的兴趣，主要集中在研究微生物对人类健康及其所致的病害。普通微生物学、微生物系统分类、微生物的生理生化则放在第二位，很少涉及微生物遗传学和细胞学。贝哲尼克和维诺格拉德斯基在巴斯德研究的基础上发现碳、氮、硫等物质循环，研究了微生物对地球上有机物质和无机物质循环，保持土壤肥沃等方面的作用。1892年，在巴斯德研究所中研究创制的只许细菌滤液透过，不许细菌通过的细菌过滤器，使伊万诺夫斯基发现烟草花叶病的病原——滤过性病毒。在十九世纪末，巴斯德及其研究所的科学家，虽有达尔文生物进化论的启示，但微生物学者的研究主流，还是限于病原微生物及其所致的病害的免疫和治疗。因此，在二十世纪初，微生物学课程主要在医学院开设。但已开始认识到微生物生理生化具有广泛的潜在作用。到了本世纪40年代，微生物的研究方向发生了鲜明的变化，突出表现是非医学微生物学研究的大量增加。在这个方面，克卢弗(Kluyver)的研究从总结各类微生物代谢过程的多样性，进而研究和强调一切生物生化作用的基本统一性，同时还提出了不同微生物间的生化特异性。这个概念的发展开拓了比较生化和扩大了微生物学在生物化学方面的作用。另一方面的研究是微生物学发展了现代遗传学。一句话，从早期医学微生物学为主流的研究发展到当前以微生物生物学为主流的研究。或者说，微生物学、病毒学、遗传学、生物化学相互渗透发展了基础微生物学。实际上，不仅仅发展了微生物学这个学科本身，对整个现代生物科学都有很大的推动作用。因此，从1900年以来，医学和生理学诺贝尔奖金获得者中，有三分之一是在微生物学及与微生物学有密切关系的学科的科学家(表1)。

* 近来对种源发生作了一些修改。当前认为在地球原始时期，生物来自非生物，但是，在现在的条件下则否。

表1 在微生物学及与微生物学有密切关系学科的诺贝尔奖获得者及其贡献

研究项目	年 份	得 奖 人	国籍	贡 献
微生物病理学、 免疫学及抗菌 素方面	1901	Émil Von Behrign	德	血清疗法(抗白喉毒素)
	1905	R. Koch	德	肺病研究及基础微生物学原理
	1908	P. Ehrlich E. Metchnikoff	德 俄	抗体及噬菌作用
	1919	J. Bordet	比	免疫补体
	1939	G. Domark	德	磺胺类药物
	1945	A. Fleming L. Chain L. Florey	英 英 澳	青霉素的发现及应用
	1952	S. Waksman	美	链霉素
	1960	Burnet	澳	免疫耐性及组织移植
	1972	G. M. Edelman R. R. Porter	美 英	抗体的化学结构
	1975	R. Dulbecco	美	肿瘤病毒
基础生物化学 及代谢作用	1907	E. Buchner	德	体外(酶)发酵
	1922	A. V. Hill O. Meyerhof	英 德	糖酵解作用, 乳酸发酵 生化(肌肉)
	1931	O. Warberg	德	呼吸酶的发现
	1953	F. A. Lipmann M. Krebs	美 英	辅酶A的发现及功能 三羧酸循环作用
	1954	L. C. Pauling	美	化学键的基本特性
	1961	M. Calvin	美	(光合作用时)固定二氧化碳的步骤
	1972	C. B. Anfinsen S. Moore W. H. Stein	美 美 美	氨基酸在蛋白分子内的排列次序
	1974	A. Claude G. F. Palade C. de Duve	比 美 比	真核生物体内的细胞器的结构及功能
生物物理的基 本应用技术	1946	J. M. Summer J. Northrup W. Stanley	美 美 美	酶蛋白及病毒体的结晶法
	1948	A. Tiselius	瑞典	电泳法原理 及其在研究血 清蛋白方面的应用
	1952	A. Martin R. Synge	英 英	(纸)层析法原理
	1953	F. Zernike	荷	相差显微镜原理
	1962	J. C. Kendrew M. F. Perutz	英 英	以X-射线分析蛋白质结晶体的 分子结构
核酸、遗传及 代谢调节	1902	E. Fischer	德	嘌呤及糖的合成
	1946	H. J. Miller	美	用X-射线产生突变

续表 1

核酸遗传及代谢调节	1958	G. W. Beadle E. L. Tatum J. Lederberg	美 美 美	细菌遗传原理
	1959	S. Ochoa A. Kornberg	美 美	核糖核酸及脱氧核糖核酸的合成酶
	1962	F. H. C. Crick J. D. Watson M. Wilkin	英 美 英	脱氧核糖核酸的结构及功能
	1965	F. Jacob A. Lwoff J. Monod	法 法 法	遗传及酶合成的调控原理 (乳糖操纵子)
	1968	B. W. Holley H. G. Khorana M. W. Nirenberg	美 美 美	遗传密码的译解
	1969	M. De-lbrueck A. D. Hershey S. E. Luria	美 美 美	病毒遗传学原理
	1972	E. W. Sutherland	美	环腺一磷(cAMP)及激素的关系
	1976	H. Temin D. Baltimore	美 美	发现(RNA肿瘤病毒)的反转录
	1976	D. C. Gajdusek	美	发现慢性病毒
	1978	W. Arber H. Smith D. Nathans	瑞士 美 美	限制酶的作用及应用

在全国第二届微生物学会代表大会上, 代表们特别是高等院校中青年微生物学教师提出对普通或基础微生物学再学习的迫切性和必要性。就在这次大会前几个月, 加拿大缅尼托巴大学微生物学系微生物学教授仇大健来信提出短期回国讲授《基础微生物学》, 为祖国四化建设贡献力量的愿望。经教育部同意邀请, 并委托复旦大学和山东大学微生物学系共同负责开办全国基础微生物学讲习班。

仇大健教授根据自己多年讲授普通微生物学的经验, 把这门课程的教学大纲分为八章。各章的标题及学时安排如下: (一) 绪言, 7—8 学时; (二) 原生生物界, 4—5 学时; (三) 微生物的构造及生长, 10 学时; (四) 微生物的代谢, 14 学时; (五) 病毒, 10 学时; (六) 遗传与突变, 11 学时; (七) 细菌分类, 4—5 学时; (八) 微生物在生物界的作用, 10 学时。总的讲授时间为 71—73 学时。

我们和仇大健教授经过多次通信讨论, 交换意见, 对下面几点取得了一致看法。(1) 科学, 尤其是微生物学, 从它的实质来看, 是实验的产物。所以, 也可以讲, 真正的微生物学来自实验。由于课堂讲授的理论知识与应用知识技术有一定的差距, 因此在讲授时, 不能不增加一部分必要的实验; (2) 国内对普通微生物学的要求, 与国外虽有不同, 但从赶上国际水平的基础来讲, 则有很多共同的地方, 如新陈代谢、遗传突变、病毒、微生物分类等; (3) 不同的是他们的教学对象是学生, 我们这次的教学对象是教师, 而且有的是多年讲授普通微生物学的教师。这样, 不需要各章

面面俱到；(4)这次讲习班讲学时间有限，在这有限的时间内，不能不把课堂讲授重点集中在内容较新、发展较快、难度较大的四、五、六、七等四章，其它四章也有所讨论。当然，用仇大健教授的语言讲：“代谢作用是微生物学的中心，结构及生长是代谢作用的注解，遗传是代谢作用的表现及基本原因，病毒是一种新的代谢作用，分类是代谢的统计，微生物在生物界的作用则是不同生物代谢的总和”。关于实验方面，由仇大健教授提供实验大纲，复旦大学和山东大学微生物学教研组部分教师组织实验小组共同负责，必要时请仇大健教授检查指导。

由于原讲稿的四、五、六、七等四章改写为本书的一、二、三、四章，这里仅将原稿的一、二、三、八等四章内容概括如下：

在绪言一章中，是从发展观点给微生物学画个像，观察其面貌，认识一下它的内容、它的作用和它在现代生物学中的地位。然后，依次分别讲授微生物学的基本研究方法，如显微镜技术和光学原理，微生物(大肠杆菌)组成成分(表2)，培养基的配制、微生物的分离培养，以及水溶性维生

表2 大肠杆菌的组成成份

组 成 成 份	占菌体重量 比的百分比	分子量 (平均值)	分子约数	分子种类
水	70	18	4×10^{18}	1
无机离子(Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 Cl^- 、 SO_4^{--} 等)	1	40	2.5×10^8	20
碳水化合物	3	150	2×10^8	200
游离氨基酸等	0.5	120	3×10^7	100
核苷酸等	0.5	350	1.2×10^7	200
脂类	2	750	2.5×10^7	50
蛋白质	15	4×10^4	10^6	$2-3 \times 10^8$
核酸 { DNA	1-2	2.5×10^8	2-4	1
{ 16SrRNA	1.4	5.5×10^8	3×10^4	1
{ 23SrRNA	2.8	1.1×10^8	3×10^4	1
{ 4StRNA	1.2	2.5×10^4	4×10^8	61
{ mRNA	0.6	1×10^8	10^8	$1-2 \times 10^8$

六种主要元素占菌体重量的百分比：碳—50%，氧—20%，氮—15%，氢—8%，磷—3%，硫—1%

素及其功能(表3和表4)，微生物菌种保藏，灭菌或消毒方法等(表5)。

表3 四种常用培养基的配制及组成成分

共有无机盐部分	培养基 1	培养基 2	培养基 3	培养基 4
H_2O 1000ml, K_2HPO_4 及 KH_2PO_4 1g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 200mg, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 10mg, CaCl_2 10mg, 微量元素 (Mn、Mo、Cu、Co、Zn) 每种 0.02—0.5mg	NH_4Cl 1g	葡萄糖 5g NH_4Cl 1g	葡萄糖 5g NH_4Cl 1g 菸酸 0.1mg	葡萄糖 5g 酵母浸液 5g
细菌：固氮自养菌	自养菌	很多异养菌	需要少量维生素的异养菌	需要多种维生素的异养菌

表 4 几种水溶性维生素及其功能

维 生 素	含量*($\mu\text{g/g}$ 干菌)	由其组成之酶或辅酶	作 用
烟酸	235	辅酶 I 及 II	脱氢作用
核黄素(B2)	55	黄素—核苷酸及黄素腺嘌呤双核苷酸	电子传递作用脱氢作用
硫胺(B1)	15	焦磷酸硫胺(羧化辅酶)	羧化作用, 群体转移作用
吡哆醇(B6)	6	磷酸吡哆醛	氨基酸代谢作用
泛酸	110	辅酶 A	脂肪酸代谢作用, 酮酸氧化作用
叶酸	9	四氢叶酸	碳原子转移作用
酵母生长素(H)	4	酵母生长素酶	CO_2 固定作用, 羧基转移作用

*三种细菌的平均值(*Aerobacter aerogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, 及 *Clostridium butyricum*)

表 5 常用的化学消毒剂及其作用

消 毒 剂	作用及一般用途
重金属盐: 如 0.1% HgCl_2 、 AgNO_3 及 CuSO_4 等。	与蛋白质结合使其变性及凝固。 HgCl_2 能与氨基酸的 SH 基结合, 破坏蛋白性的活性, 可用来洗手或消毒家用非金属性器皿。
氧化剂: 如 0.1—1% 高锰酸钾、3% 双氧水、0.5—5% 漂白粉水溶液 [$\text{Ca}(\text{OCl})_2$]、氯气、臭氧等。	使蛋白质因氧化作用失去活性。可用来消毒水果等食物, 或固体结构的表面, 如墙壁、器皿、桌、椅等。
有机化合物: 如 70% 乙醇、1—5% 酚、2% 甲醛液(福尔马林)、各种胺盐及氧化乙烯等。	乙醇能溶化脂类及凝固蛋白质。其他各类化合物能使蛋白质变性或凝固。如甲醛 ($\text{H}-\text{C}=\text{O}$) 及氧化乙烯 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ (\text{CH}_2-\text{CH}_2) \end{array}$ 能同氨基酸发生以下作用, 使其变性: $\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} -\text{C}-\text{NH}_2 \\ \downarrow \text{甲醛} \\ -\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}- \end{array} & & \begin{array}{c} -\text{C}-\text{NH}_2 \\ \downarrow \text{氧化乙烯} \\ -\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}-\text{C}- \end{array} \\ \text{或} & & \text{或} \\ \begin{array}{c} -\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2\text{OH} \end{array} & & \begin{array}{c} -\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \end{array}$ 因为氧化乙烯在室温下是气体, 所以常用作固体(如培养器皿)消毒剂。

第二章讲原生生物界。一般地说, 原生生物界中有细胞生物和非细胞生物。前者的共同基本构造是细胞, 后者则无细胞结构。所有细胞生物, 不论是单细胞或多细胞, 它们的共同特征都有细胞核。随着电子显微镜在生物科学研究中的应用, 根据细胞核的构造和性质, 又将细胞分为两类, 即真核细胞与原核细胞。前者包括原生动物, 低等真菌、低等藻类, 后者则有细菌及蓝绿藻(亦称蓝细菌)。非细胞形态则有病毒。真核细胞原生生物与原核细胞原生生物在地史上大致相距十亿年, 它们两者的区别见表 6。原核生物界在整个生物界的地位见图 1。有关病毒的位置还不清楚。

表 6 原核细胞生物与真核细胞生物的区别

核 构 造	原核细胞生物	真核细胞生物
细胞核膜	没有	有
核仁	没有	有
脱氧核糖核酸(DNA)	只有一条DNA分子, 没有组蛋白。	有数条至数十条与组蛋白结合的DNA分子(染色体)。
(核)分裂方式	没有有丝分裂	有丝分裂
有性生殖	通常没有有性生殖	减数分裂
细胞膜内有无胆固醇	没有	有
细胞器之有无	没有	有很多种, 如叶绿粒, 线粒体, 高尔基氏体等等。
核糖体的结构	70S, 由 50S 及 30S 核糖亚基组成。	80S(60S+40S 核糖亚基), 但其细胞器(叶绿粒, 线粒体)内的核糖体为 70S。
呼吸酶的位置	在细菌的细胞膜中间	在线粒体中间
光合作用的位置	通常在光合菌的细胞膜中间	在叶绿粒中间
运动器官	较细的细菌鞭毛	较粗的鞭毛或纤毛
细胞大小	较小, 通常不超过 $2\mu\text{m}$	较大, 可超过 $100\mu\text{m}$

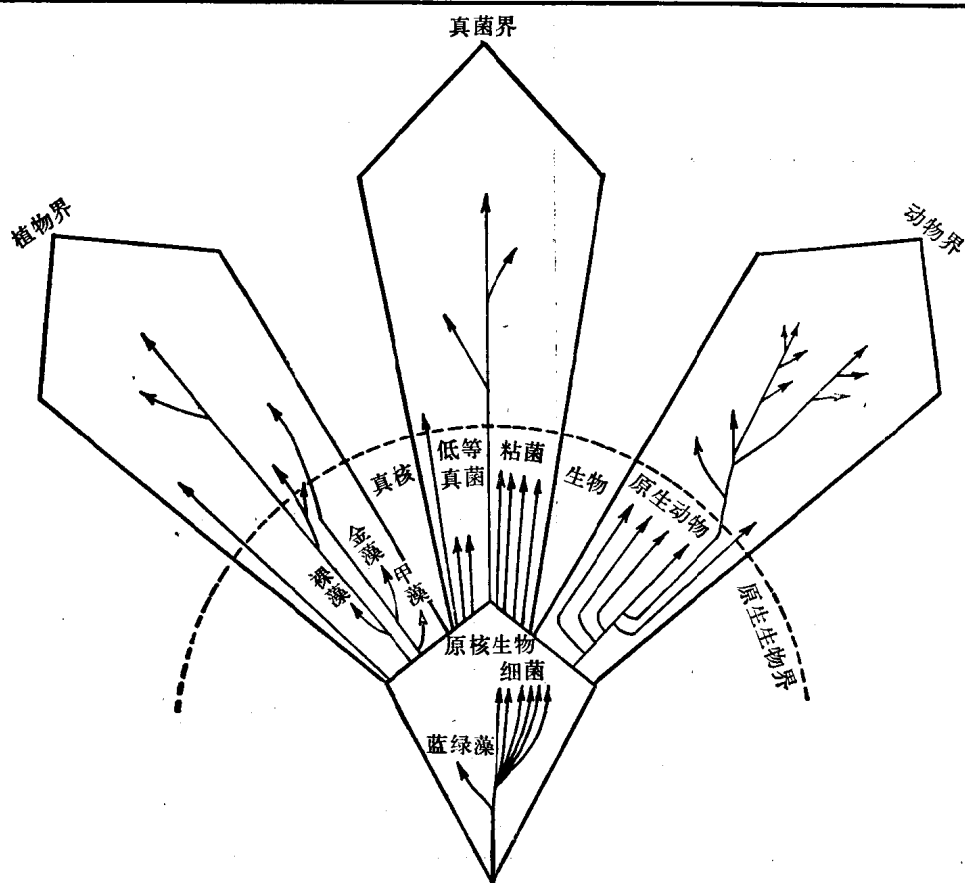


图 1 原生物界在四界生物中所处的位置。它包括细菌、蓝绿藻等原核生物和原生动物、粘菌、低等真菌、低等藻类。

第四章讲细菌的细胞结构和生长。有关细菌细胞的基本结构见表7。

表7 细菌细胞的主要结构

结构	位置	厚度或直径(nm)	化学成份	功能
荚膜	细胞壁外	因菌种和环境而异	多糖或多肽	无必需功能
细胞壁*	细胞膜外	革兰氏阳性菌: 10—50 革兰氏阴性菌: 内壁 2—3 外壁 8	肽聚糖及壁酸 肽聚糖 脂多糖, 脂蛋白 质及蛋白质	固定外形、避免渗透压 溶菌作用、屏障作用、抵 抗吞噬作用及内毒素
细胞膜*	包围原生质的薄膜	8	磷脂及蛋白质	运输营养、屏障作用、呼 吸产能
鞭毛	由细胞膜向外突出	12—18	蛋白质	运动
纤毛	同上	4—35	蛋白质	不全详
细胞内含物	原生质内	因内含物而异	因内含物而异	贮藏及特殊功能
核糖体*	原生质内	~10	核糖核酸及蛋白质	合成蛋白质
核质体*	原生质内	因菌种不同而异	脱氧核糖核酸、核糖 核酸、蛋白质	合成脱氧核糖核酸及核 糖核酸

*所有细菌均有(例外: 枝原体没有细胞壁, 部份细菌没有肽聚糖)

由于革兰氏阳性(G^+)和阴性(G^-)的染色机理反应区别在细胞壁, 而且又是鉴别细菌的重要标志之一, 因此它们间的差异有必要用表8和图2来阐明。

表8 细菌细胞壁的结构和化学成分

性 质	革兰氏阳性细菌	革兰氏阴性细菌	
		内壁	外壁
厚度(nm)	10—50	2—3	8
肽聚糖(peptidoglycan)	有(占干重40—90%)	有*	无
壁酸(teichoic acid)	有或无	无	无
多糖	有	无	无
蛋白质	有或无	无	有
脂多糖	无	无	有
脂蛋白质	无	有或无	有

*少数细菌(如嗜盐菌、产甲烷菌及 *Sulfolobus*)没有肽聚糖。

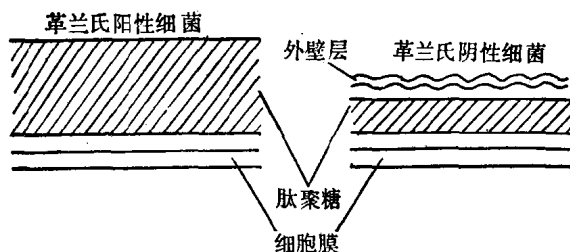


图2 革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌细胞壁的比较

在细胞壁内是细胞膜或称质膜,它的主要化学成分为磷脂(20—30%)和蛋白质(70—80%),由于后者多含有多糖,故又称糖蛋白。细胞膜的结构见图3。

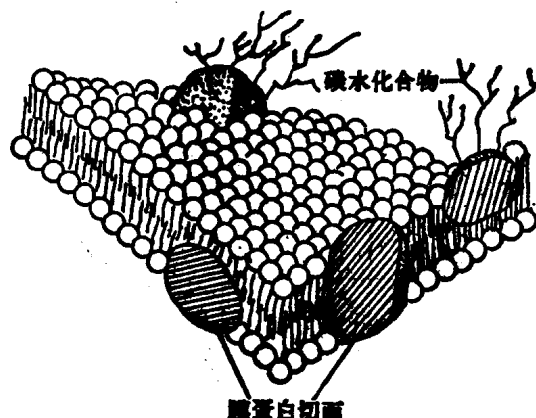


图3 细胞质膜的流动镶嵌模型。蛋白质浮于脂肪海洋中。注意碳水化合物仅仅在外部表面上,有些蛋白质贯穿于脂肪的双层,另一些则只见于一面(上面或下面)。

当前一般认为质膜的结构是流动镶嵌模型。它既是在一般情况下物质进入的屏障,也是选择性摄取和转运物质的一个因子。细胞质膜内部由盐类、糖类、氨基酸、维生素、辅酶,以及其它多种可溶性物质的水溶液组成。若细胞的渗透性屏障被破坏,大多数这些物质都可流出,除非大到不能通过细胞壁孔的物质被阻。进入细胞的成分,是从环境中摄取的营养物质,或者是由其它组成在细胞内合成的物质。除了维持渗透性外,原核细胞膜在细胞呼吸过程中起了关键性作用,因为同呼吸有关的酶是质膜组成的一个不可分割的部分。鞭毛的组成是鞭毛蛋白,它是运动“器官”。鞭毛是由鞭毛丝、鞭毛钩、鞭毛基体三者组成(图4)。后者包括一根柱状体和同柱状体密切联系的四个圆环(L、P、S、M)。在这方面,革兰氏阳性细菌和具有四个圆环的革兰氏阴性细菌不同,前者只有S和M两个圆环,而不是四个。细菌利用腺三磷的能量,使S环和M环以相反方向旋转,从而推动鞭毛丝转动,推动细菌前进。

有些细菌还有性纤毛,直径4—35nm。它的构造和组分似鞭毛,但很短,也不是运动机构。某些细菌菌株的性纤毛与性接合有关,即能使雄性细菌(F^+)同雌性细菌(F^-)接合,而将前者的DNA转入后者。所以,这种性纤毛称性纤毛。性纤毛只见于 F^+ ,不见于 F^- 。性纤毛在DNA转移中的确切作用还不明白,但已经提出两个学说。一个叫性纤毛传导学说,认为性纤毛是将DNA从 F^+ 转移到 F^- 的结构。另一个学说是性纤毛收缩学说,认为性纤毛使供体细菌和受体细菌接触。然后性纤毛收缩到供体细菌细胞内,并拖住受体细胞。这样, F^+ 的DNA转移到 F^- 细菌细胞中,现了解控制雄性或供体特征的 F^+ 因子是以一个独立的遗传颗粒发挥作用的,这个颗粒称为F因子,详细见遗传与突变一章。细菌细胞内含有贮藏物质和特殊结构两大类,前者有碳素贮藏物、氮素贮藏物、磷素贮藏物和硫素贮藏物等,它们依次分别有糖原和聚 β -羟丁酸,蓝色光合细菌有藻青素颗粒,部分紫色光合细菌有硫素贮藏物;后者则有气泡、羧体或多角体、绿色光合菌囊等。核糖体是细胞中合成蛋白质机构的一个组成部分,大约由60%核糖核酸和40%蛋白质组成,直径大致为20nm。原核微生物的核糖体略小于和轻于真核微生物。它有特定的沉降常数,原核

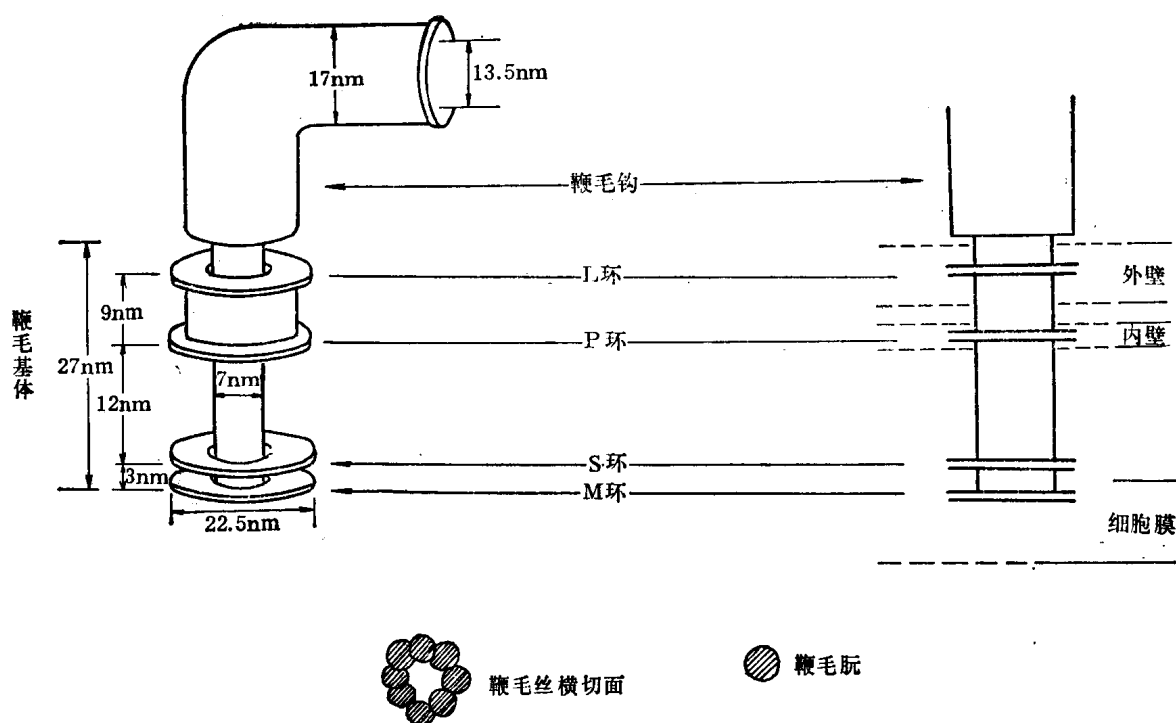


图4 大肠杆菌鞭毛的结构

生物的核糖体为70S,真核生物的核糖体为80S。每个核糖体在电镜下都可看到大小不等的两个部分。较小的亚基沉降常数是30S,由一个16S的RNA分子附着于约20个核糖体蛋白质组成。较大的亚基为50S,由一个23S的RNA、一个5S的RNA和约50个专一性蛋白质组成。由于小而緻密,由30S和50S亚基组成的完整核糖体的沉降常数是70S而不是80S。每个核糖体颗粒大致是蛋白质附着在RNA上,整个单位包成一个球状体。在完整的细胞中,核糖体常常聚合在一起,称多聚核糖体。多聚核糖体颗粒间的联系是一线状的RNA分子,即信使RNA(mRNA)。mRNA在蛋白质合成系统中发挥遗传的信息作用。原核原生生物没有核膜包被的核,只有分散的、形状不定的核质体。它的主要组成是由两条DNA链形成的环状DNA分子。此外,它还有很多蛋白质(主要是核糖核酸合成酶)及新合成的核糖核酸。在细菌细胞中,核糖核酸分子有时形成一个错综复杂的结构,称“超线圈结构”。核质体的主要组成是脱氧核糖核酸,其功能是作为DNA合成酶和RNA合成酶分别合成新的DNA和RNA的模板。除核质体外,还有非生长所需的遗传性质粒。前面提到的F因子通常在核质体外,对细菌生长并非必需,所以它也是一种质粒。许多质粒能整合到寄主核质体(基因核质)中,这些成为整合体状态的质粒称附加体。F因子和温和性噬菌体就是附加体。质粒能自我复制,这可能与质粒DNA分子呈环状有关系。就象我们将提到的环状病毒DNA复制那样,环状DNA的复制起点和终点是相互连接的,前一次复制终止以后立即就能开始新的复制。正是因为这样,有些人认为质粒是从前病毒(前噬菌体)来的。但也可能前病毒来自质粒。所以,温和性噬菌体也可看作为质粒,不同的是它的复制脱离了严格的调节控制。同样,与寄主染色体整合的能力,是所谓附加体一类质粒的

标志,也可能来自温和性噬菌体。的确,两种演变形式都可能存在,而且至今仍在发生。质粒、附加体和病毒之间的异同见表 9。进一步的阐明见本书第二章和第三章。在细菌生长方面,主要讲清楚细菌生长的测量方法、生长的算术表达、生长曲线、环境对生长速率的影响以及连续培养和同步生长的。

表 9 质粒、附加体和病毒特征的区别

比较项目	质 粒	附 加 体	温和性噬菌体	病 毒
独 立 复 制	+	+	+	+
通过细胞间接接触转移	+或-	+或-	+或-	-
整合成为寄主基因组	-	+	+	-
获得寄主基因	+	+	+	-

第八章讲微生物在生物界的作用。微生物之间、微生物与动、植物之间以及微生物与人类之间的关系是非常复杂的,通过它们彼此间相互制约、相互发展,从而促进整个生物界的进化。概括微生物之间的相互关系,有互生、抗生、共生、寄生。微生物与动、植物以及人类之间的关系,也同微生物之间的关系一样,不过突出的是共生关系和互生关系。前者是在正常情况下,如微生物与反刍动物促进对纤维素消化作用、豆科植物根瘤菌与豆科植物的共生固氮作用、某些真菌与某些高等植物的菌根、大肠杆菌与人肯定有着不同程度的有益作用。由于微生物寄生于动、植物及人体并引起各种病害(表 10),每年遭受巨大的损失和夺去了千千万万人的生命。下面从病原微生物的侵袭力和毒素来阐明微生物的传染致病和人体等对这些微生物的抗病免疫防御机制(表 11)。

表 10 几种常见的细菌性疾病

传 染 途 径	疾 病	传 染 途 径	疾 病
食物或饮水	伤 寒	直接接触	梅 毒
	霍 乱		淋 病
	痢 疾		炭 疽
	食物中毒		布鲁氏菌病
呼吸或唾沫	白 喉	昆虫媒解	鼠 疫
	肺 病		斑疹伤寒
伤口传染	脑 膜 炎		回 归 热
	肺 炎		Q 热
	破 伤 风		斑 疹 热
	气 坏 疽		

病原微生物经适当途径进入人体并以种种方式依附于细胞上。例如,条件致病性大肠杆菌在其接合性质粒作用下,能产生一种称 K 抗原的酸性多糖荚膜。细菌有了这种结构,可以紧紧地依附在粘膜上而不被排出体外。有的细菌能产生各种酶来破坏细胞和组织器官,达到其生长繁殖的目的。如金黄色葡萄球菌能产生凝固酶,使血浆凝固以抵抗白血球的吞噬作用;链球菌能产生透明质酸酶,使细菌通过细胞组织向周围扩散;梭菌产生胶原酶而引起扩散作用等。通过这些作用,细菌能在人体局部或全身大量繁殖,引起疾病。另外,细菌引起的致病因素,是由于它所产

生的毒素作用。毒素有外毒素和内毒素两类(见表 11、表 12)。

表 11 外毒素和内毒素的区别

外 毒 素	内 毒 素
组成成份为蛋白质	组成成份为脂多糖
易从菌体向体外扩散	为革兰氏阴性细菌细胞壁的一部份,只有在菌体破坏后才游离出来
毒性强	毒性弱
不耐热(60°C/数分钟)	耐热(80—100°C/数小时)
抗原性强	抗原性弱
在化学药品(甲醛)或物理作用(加热、贮藏)下,可变成类毒素	不能变成类毒素
不稳定,易失去毒性	较稳定,不易失去毒性

表 12 几种细菌外毒素及其作用

细 菌	外 毒 素	作 用
肉毒梭状芽孢杆菌	神经毒素	阻止乙酰胆碱作用,引起麻痹作用
破伤风杆菌	神经毒素	破坏中枢神经功能
产气荚膜杆菌(韦氏杆菌)	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 毒素 K 毒素 λ 毒素 肠毒素	卵磷脂酶作用(破坏细胞膜) 胶原酶作用 蛋白酶作用 改变小肠细胞渗透性
白喉菌	白喉毒素	阻止蛋白质合成作用
霍乱菌	肠毒素	诱导肠细胞失水作用
痢疾菌	肠毒素	诱导肠细胞失水作用
化脓链球菌	链球菌溶血素O及S	溶血作用 化脓作用
金黄色葡萄球菌	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 毒素,肠毒素	溶血及杀细胞作用,引发呕吐、腹泻等食物中毒症状

一般地讲,外毒素的毒性远比内毒素强。如 $0.000025\mu\text{g}$ 的肉毒杆菌外毒素就能杀死一只白鼠,但用内毒素杀死一只白鼠,则需 $200-400\mu\text{g}$ 。当微生物侵入人体之后,人们有种种防御机能来消灭它们。根据性质来分,可概括为非特异性和特异性两大类。非特异性如皮肤和粘膜的天然屏障作用;各种分泌物的杀菌作用,如眼泪、唾液中溶菌酶;以及体内微生物的拮抗作用,如孕妇阴道内乳酸细菌,因激素作用大量繁殖,使 pH 值降低,杀死有害菌类。但最重要的有以下三种:(1)炎症反应及吞噬作用。前者包括在分泌的组氨酸和 5-羟色胺等作用下,形成局部累积现象,从而引起红、肿、热、痛及机能障碍五大特征炎症。因为血液累积,把大量白血球带到细菌附近,产生吞噬细菌作用。白血球有粒细胞、单核细胞、巨噬细胞及淋巴细胞四类,它们的大小、