

※ 高等学校教材 ※

普通微生物学 简明教程

武汉大学
复旦大学 生物系合编
西北大学

高等教育出版社

普通微生物学简明教程

普通微生物学 简明教程

主编：张作华
副主编：李金平、王明华
编委：李金平、王明华、张作华

高等教育出版社

高等学校教材



普通微生物学简明教程

武汉大学
复旦大学 生物系合编
西北大学

高等教育出版社

本简明教程是根据1965年12月高等教育部生物学教材编审委员会扩大会议微生物学组拟定的“普通微生物学简明教程参考提纲”(草案),以武汉大学生物系微生物学教研室为主,并有复旦大学、西北大学有关同志参加,在武汉大学所编简明教材与《微生物学》(1965年版通用教材)的基础上,集体编写的。

本书在系统上作了较大的改变:(1)把原通用教材中微生物代谢和微生物在自然界物质转化中的作用二章合并为“微生物的生理特征及其在物质转化中的作用”一章。(2)把微生物间及微生物与其他生物间的复杂的相互关系,归纳为寄生、拮抗、共生三种关系,扼要地加以阐明。此外在内容上也作了适当的精简,删去过时和不必要的部分;精简繁琐和重复的部分;合并关系密切的章节;重新组织内容,把原有通用教材中的十章精简为现在的六章。

本书是按讲授20—23学时,实验27—39学时(总共47—62学时)的要求编写的,可供综合大学、高等师范院校生物系各专业作为普通微生物学教学参考之用。

普通微生物学简明教程

武汉大学
复旦大学 生物系合编
西北大学

北京市书刊出版业营业许可出字第119号
高等教育出版社出版(北京沙滩后街)
上海市印刷三厂印装
新华书店上海发行所发行
各地新华书店经售

统一书号K13010·1251 开本 850×1168¹/₃₂ 印张 3⁴/₁₆
字数 73,000 印数 0,001—2,000 定价(5) 0.36
1966年5月第1版 1966年5月上海第1次印刷

目 录

引 言	1
一、微生物学的研究对象	1
二、研究微生物的重要意义	1
三、学习微生物学的目的和要求	3
第一章 微生物的形态和构造	5
第一节 细菌	5
一、细菌的形态	5
二、细菌的大小	7
三、细菌细胞的构造	8
第二节 放线菌	16
一、放线菌的生物学特性	16
二、放线菌的形态与构造	16
第三节 病毒	17
一、病毒的大小和形态	17
二、病毒的化学成分	18
三、病毒的感染过程	19
四、重要的病毒及其病害和研究病毒的意义	21
第二章 微生物的生理特性及其在物质转化中的作用	23
第一节 微生物的生理特性	23
一、微生物生理活动类型多	23
二、微生物的生理活性强	32
三、微生物的生理特性可塑性大	33
第二节 微生物在自然界物质转化中的作用	34
一、不含氮有机质的转化	35
二、含氮物质的转化	36
三、矿物质的转化	43
第三节 微生物在培养条件下所引起的物质转化作用及应用	46
一、含碳水化合物的转化和应用	46
二、含氮化合物的转化和应用	49
第三章 微生物的生长繁殖	54

第一节 微生物的繁殖方式	55
第二节 微生物的群体生长	56
第三节 环境因素对微生物生长繁殖的影响	59
第四章 微生物的变异性	62
第一节 微生物的变异现象	62
第二节 微生物的诱发变异及其应用	65
第五章 微生物的分类	68
第一节 微生物的分类原则和依据	68
第二节 微生物的主要分类系统	71
一、克拉西里尼可夫的分类系统	72
二、伯杰氏的分类系统	72
第六章 微生物的生物环境	75
第一节 寄生现象	75
一、感染与免疫	76
二、常见病原微生物及其病害的防治原理	85
第二节 拮抗现象	90
第三节 共生现象	94
结束语——微生物学的发展与展望	97

引 言

一、微生物学的研究对象

学习微生物学,首先要了解微生物学的研究对象是什么?也就是说,什么是微生物?顾名思义,微生物是微小的生物,必须在显微镜或电子显微镜下才能看到它们。虽然我们随时随地都接触着大量的微生物,但不一定感觉其存在。不过它们的生命活动表现却是我们所熟知的。例如伤寒、霍乱等疾病是由细菌引起的,面团发酵是由酵母菌引起的,衣物发霉是由霉菌引起的,链霉素是一种放线菌(链霉菌)的代谢产物等。此外,在自然界还存在着比它们更小、甚至没有细胞结构的活有机体,如病毒、立克次氏体等。这些病毒、立克次氏体、细菌、放线菌、酵母菌和霉菌,甚至于单细胞藻类和原生动物都包括在微生物内。

微生物的种类繁多,它们之间的亲缘关系复杂。有的属于动物界,如原生动物;有的属于植物界,如单细胞藻类、细菌、霉菌等;有的既不是动物又不是植物,如病毒。但这些都是微生物学的研究对象,它们都是肉眼看不到的、较原始的生物型,形态构造方面比较简单,并且有共同的或近似的培养和研究方法,因此把它们放在一起进行研究。研究、控制和利用微生物生命活动的学科称为微生物学。

二、研究微生物的重要意义

微生物在自然界中分布广泛,在地球表面,除了火山喷火口以外,其他任何地方都有微生物,甚至于数千米深的海底、十几公里高的上空,都有它们的活动。就数量来说也是很可观的,一克土壤

中含有几千万至几十亿个微生物。它们不仅分布广,数量大,而且由于它们生命活动所引起的各种作用,对自然界中物质转化、人类日常生活、生产实践等,无不发生密切的关系。

微生物在自然界中的作用是非常大的。要保持地球上生物的繁荣发展,一方面依赖于组成有机体的某些关键性元素的不断转化;另一方面则依赖植物通过太阳辐射能进行光合作用,直接或间接地供给其他非绿色有机体所需要的能量和养料。但是这些关键性的元素,特别是 CO_2 , 从何而来呢? 简单地说是基于有机物质的矿化作用,即把复杂有机物质转变为无机物质的作用,虽然这种作用可通过燃烧和动植物的呼吸,但主要还是通过微生物的分解作用。据估计,在地球上生物活动的范围内,有 90% 以上的 CO_2 是由于细菌和真菌生命活动的结果。由此可见,微生物对地球上规模最大而同时影响也最大的碳素循环起着多么巨大的作用。

微生物与人类生活及生产实践也有着密切关系。某些重要的工业原料和生物制品,如酒精、丙酮、丁醇、乳酸、柠檬酸、抗菌素、维生素等,都是运用微生物发酵而生产的,这些属于对人有利的方面。但是也有些微生物,它们自身的活动产物如毒素,却能引起人类和动植物的严重病害,甚至造成大量死亡。举世闻名的 1845 年爱尔兰灾荒,就是由于微生物引起的马铃薯晚疫病大流行,结果饿死 40 余万人。

随着人们对微生物生命活动的深入研究,某些原来属于有害的微生物,却可变为对人类有益的。例如水稻恶苗病菌 (*Gibberella fujikuroi*) 能致水稻恶苗病,但现可用来生产赤霉素,作为蔬菜等的生长刺激素。又如阿氏假囊酵母菌 (*Eremothecium ashbyi*) 为棉花病原菌,现在可用来制造核黄素。因此,控制微生物,改造微生物,使之成为生产实践服务,这就是研究微生物的目的。

最后,由于微生物繁殖迅速,处理简便,进行试验所需物力和

时间也较少,所以常被用作现代生物学某些重要问题的研究材料,如生命起源、分子生物学、蛋白质的结构与功能、核酸种的特异性、酶的定位、遗传的物质基础等。因此微生物学在生物学科的发展中,不但是一个推动因素,而且是研究生物学中重要理论问题的必要基础之一。

综上所述,研究微生物不论从生产实践上,或从基本理论问题的探讨上,都具有重要的意义。

三、学习微生物学的目的和要求

微生物学是综合大学生物系的一门基础课,是生物学的一个组成部分。其主要内容包括:微生物的形态构造、生理特性及其在物质转化中的作用、生长繁殖、变异性、分类以及微生物的生物学环境等。目的是使学生在了解微生物基本特性及其作用的同时,掌握研究微生物所必需的基本技能,为解决生物学中有关微生物的问题打下相应的基础。通过本课程的学习,要求从微生物的生物学角度,重点掌握微生物生命活动的客观规律。为此,必须贯彻形态结构与功能、新陈代谢与生长繁殖、遗传性与变异性、生物与环境等矛盾统一的辩证观点。

究竟如何学好微生物学呢?首先,应抓住微生物学研究对象的特殊性,也就是说它与高等生物的主要区别。微生物个体微小,研究的方法与其他的学科相比有特殊之处。因此,针对着不同的研究对象,应当采取确切有效的学习态度和方方法才行。而且根据目前的科学水平和实验技术,我们对微生物的认识还很不够,待解决的问题还很多。所以在学习过程中更要勤想多练、态度认真、操作严格、观察细致、实验准确,才能有所发现,有所前进。

其次,要明确微生物学是一门实践性很强的学科,它是从生产实践中产生,又在生产实践的过程中发展起来的。因此,要学好微

生物学,应该注意理论联系实际,做到学以致用,从实战出发,学会运用所学的微生物知识来解决实际问题,从而加深对基本理论和基本概念的理解。

第一章 微生物的形态和构造

微生物包括在分类学上属于不同类群的生物。主要有病毒、立克次体、细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、单细胞藻类及原生动物。它们有两个共同的特征,一个是它们的体积微小,肉眼看不见,必须借助各种显微镜才能观察,另一个是它们绝大多数(除某些真菌外)的构造是单细胞的,或非细胞的。本章重点阐述细菌和病毒的形态与构造,并扼要地介绍放线菌的构造及其生物学特性。真菌的形态在植物学已讲过,本章从略。

第一节 细菌

一、细菌的形态

每一种细菌在一定的环境条件下都保持着一定的形态,但当生活条件改变时,常引起它们形态的改变。

细菌具有三种基本的形态:球状、杆状和螺旋状。在这三种形态之间,还存在着不明显的过渡形态(图 1-1)。

(一) **球菌** 球状的细菌称为球菌。单独存在时为正圆形。按其分裂方向和分裂后排列情况可分为:单球菌、双球菌、链球菌、四联球菌、八迭球菌和葡萄球菌。

(二) **杆菌** 杆状的细菌称为杆菌。杆菌往往在长与宽的比

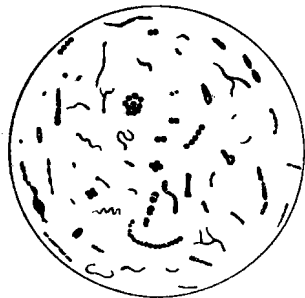


图1-1. 细菌的各种形态。

例上有显著的区别。菌体的两端依菌种之不同而呈现各种形态,有的两端呈平截状,有的稍圆,有的略尖,有的膨大。这些形态上的细致特征,有时对细菌学的检查过程可提供很好的材料,例如,炭疽杆菌有典型截平端,而鼠疫杆菌的两端呈椭圆形。杆菌中排列成对的叫做双杆菌,形成链状的叫做链杆菌。能形成芽孢的叫做芽孢杆菌,不能形成芽孢的叫做无芽孢杆菌。

(三) **螺菌** 呈螺旋状弯曲的细菌称为螺菌。依细胞弯曲的情况不同分为三个亚型:

1. **弧菌** 菌体略弯,形如逗号,如霍乱弧菌(*Vibrio cholerae*)。

2. **螺菌** 螺菌较弧菌弯曲,回转如螺旋,菌体较硬,就其系统发生来说,螺菌接近于原生动动物,如非鼠咬热螺菌(*Spirillum minus morsus muris*)。

3. **螺旋体** 螺旋体(图 1-2)是介于细菌与原生动动物之间的

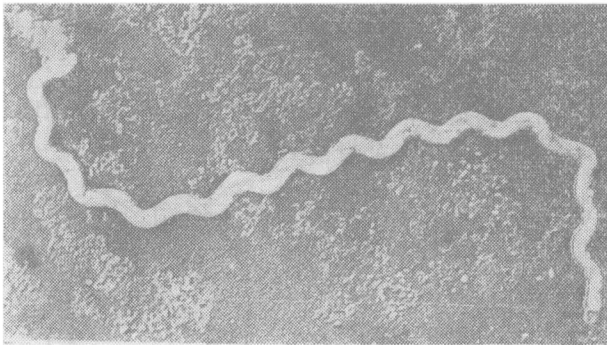


图1-2. 犬黄疽细螺旋体(*Leptospira canicola*)的电子显微照相,示中轴。

微生物,菌体柔软,较螺菌长,回转次数也较螺菌多,且回转状态有疏密之不同,大多数的螺旋体还有一根弹性的中轴,例如梅毒螺旋

体(*Treponema pallidum*)。

上述细菌的三种基本形态是单细胞细菌的特征。各种细菌在年幼的时期与适宜的培养条件下,表现其典型的形态特征。这些特征可以作为鉴别菌种的依据之一。除了上述三种单细胞细菌基本形态外,还有很多单细胞连成丝状的类型,附着在池沼水底的物体上或培养基上,或自由地浮游于水中,例如雪白丝硫细菌(*Thiothrix nivea*)与多孢铁细菌(*Crenothrix polyspora*)等(图 1-3)。

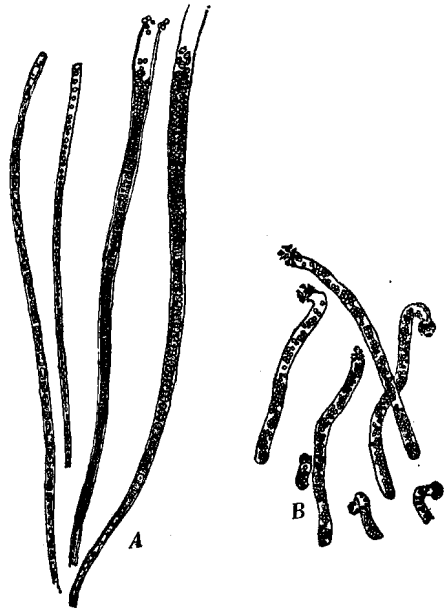


图1-3.

A. 多孢铁细菌(*Crenothrix polyspora*);

B. 雪白丝硫细菌(*Thiothrix nivea*)。

二、细菌的大小

细菌的大小,依种的不同而有很大的差异。测量细菌的大小,必须在显微镜下进行。通常用测微计来测量细菌的大小,并且以微米(μ)作为表示细菌大小的单位。一微米等于千分之一毫米。

测量球菌的大小,只须测量其直径。测量杆菌与螺旋菌,则须测量其长与宽。但测量螺旋菌的长度时,一般只测量其弯曲性的总长度,而不是其真正的长度。

细菌的大小差别虽然很大,但一般都不超过几微米。大多数

球菌细胞的直径为 $0.5-2\mu$ ；杆菌一般长为 $1-5\mu$ ，宽为 $0.5-1.0\mu$ 。产芽孢的细菌一般比无芽孢细菌大一些。

三、细菌细胞的构造

细菌虽然微小，但是它们的内部构造却相当复杂，基本上包括细胞壁、原生质(包括细胞质膜、细胞质和核)。有些细菌还具有特殊的构造，如荚膜、鞭毛和芽孢。

(一) 细菌细胞的基本构造

1. 细胞壁 细胞壁是细胞最外面的一层薄膜，可用电子显微镜观察，用特殊的染色法或经化学物质处理后，在普通光学显微镜下也能看到。虽然很薄，但是具有一定的强度和弹性。所以当原生质收缩后，细菌仍不失去它固有的形态，这也说明细胞壁有固定外形的作用。另一方面又由于细胞壁的弹性，所以在低渗透压的溶液中细胞会膨大。这些都充分说明，细菌的细胞壁不仅能固定形状，而且还有一定的保护作用。

细菌细胞壁的化学成分随着细菌种的不同而有很大的差异。大肠杆菌细胞壁的化学成分为类脂质-蛋白质；金黄色葡萄球菌为甘油-磷酸-蛋白质的复合物。有两种产生醋和分解醋的醋酸菌，它们的细胞壁含有纤维素；有一种螺菌(*Spirillum* sp.)的细胞壁含多糖与蛋白质(图 1-4)。

Salton (1961)发现革兰氏阳性细菌和革兰氏阴性细菌的细胞壁组成不同。革兰氏阳性细菌细胞壁中氨基酸的种类比较少，没有芳香族氨基酸、含硫氨基酸、脯氨酸、精氨酸和组氨酸；而革兰氏阴性细菌细胞壁中的氨基酸组成与普通蛋白质相似，含有芳香族氨基酸、含硫氨基酸、脯氨酸、精氨酸等。除含氨基酸种类不同外，革兰氏阴性细菌细胞壁含有较多的脂类，其含量约为 20%；而革兰氏阳性细菌细胞壁只含 12%。此外，革兰氏阳性细菌的氨基糖

含量比革兰氏阴性的低。

2. 原生质 位于细胞壁内，由细胞质膜、细胞质和核组成。用溶菌酶处理细菌细胞后，细胞壁被溶解，可使原生质与细胞壁完全分离。除去了细胞壁后的菌体叫原生质体，呈球状，它仍保持完整细胞的重要功能，能生长、分裂等。原生质体的鞭毛不能起运动的作用，并且噬菌体也不能吸附在原生质体的表面。

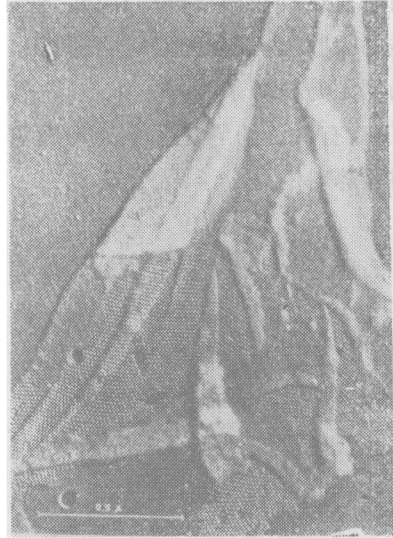


图1-4. 螺菌(*Spirillum* sp.)的细胞壁(电子显微镜照相):

上面示外层线状的多糖层,下面示内层球状蛋白质层。

(1) 细胞质膜 细胞质膜紧贴在细胞壁的里面，是一层薄而柔软、且有弹性的薄膜。它的主要成分是类脂质、蛋白质与核糖组成的复合物。因为含有核糖核酸的成分，所以是嗜碱性的，即与碱性染料结合的能力较强。同时细胞质膜还决定着细菌革兰氏染色和抗酸性染色的性质。此外，它在细菌的生活中也具有重大的意义，因它是半渗透性的，所以在细胞新陈代谢中能完成内外物质的交换。有些细菌的细胞质膜是细胞合成类脂质的场所。

(2) 细胞质 细胞质是一种无色透明而粘稠的胶体，由蛋白质、糖、类脂质、无机盐和水组成，在幼嫩的细菌中细胞质稠密而均匀，容易染色，培养时间久在细胞质内可看到许多颗粒。

细菌的细胞质较特殊的地方是含有较大量的核糖核酸，在营养较好、生长旺盛的细菌内，核糖核酸最多，弥散在整个细胞质内。

由于有这种核糖核酸的存在，使细菌细胞在染色的特性和对紫外线的吸收上，与细胞核非常相似。此种核糖核酸也可以被细菌作为氮源与磷源来利用。细胞质在细胞内的功能问题，还没有完全了解，有人认为它是生命的物质基础，有人认为它仅供给细胞核所需的养料。

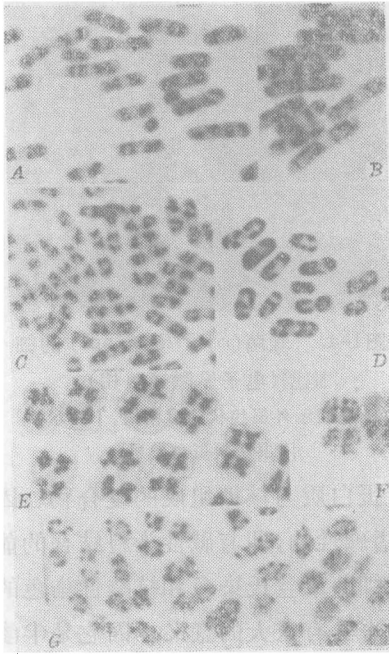


图1-5. 各种细菌染色质体的形态与排列；

A. 大肠杆菌B株；B. 志贺氏痢疾杆菌 sh 株；C. 大肠杆菌 K-12 株；D. 大肠杆菌 O 株；E. 未定名的四联球菌；F. 胃八迭球菌；G. 棕色固氮菌生长于固体培养基上，染色质体大量增加。

(3) 细胞核 近年来由于染色术的进步，同位素和电子显微镜的应用，已经肯定知道细菌具有核质或称为染色质体，许多细菌都具有一个核，也有许多细菌具有分散而不固定形态的核。细菌的核与高等动植物细胞的核不同，而与蓝绿藻的核很类似，不具有明显的染色体。

(二) 特殊构造 有些细菌具有特殊构造，可以帮助鉴定菌种。

1. 荚膜 覆盖在细菌细胞壁上胶状的粘液物质，叫做荚膜。它不是细菌的组成部分，对染料的亲和力很低。荚膜使液体培养基变稠而有粘性，使固体培养基上的菌落产生光泽而湿润的表面。它是由粘液素（糖蛋白

质）及糖的衍生物或多肽积聚而成的，其成分也因微生物的种类而

异,例如肺炎双球菌的荚膜由复杂的多糖类组成,炭疽杆菌的荚膜则含多肽物质,更有些细菌(例如志贺氏痢疾杆菌)的荚膜含有多糖、磷脂及蛋白质等。因此,在免疫反应上利用荚膜的特殊成分,可以鉴定细菌的类型。

荚膜的大小往往超过细菌细胞本身的大小。有时荚膜不仅围绕一个单独的细菌细胞,而且围绕着许多细菌细胞,形成所谓菌胶团(图 1-6)。

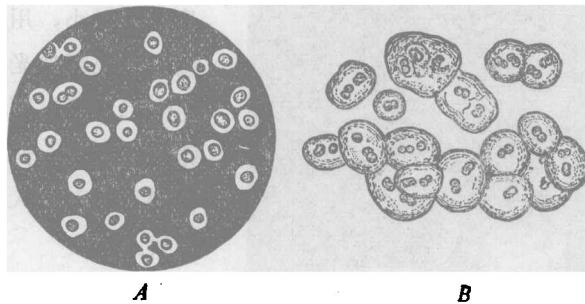


图1-6.

A. 细菌的荚膜(褐色球形固氮菌); B. 细菌的菌胶团(肠膜状明串珠菌)。

荚膜并不是每种细菌都有的,所以它也是细菌种的特征。荚膜的形成决定于生活环境与培养的条件。例如,碳水化合物丰富而氮化物缺乏的培养基,是肠膜状明串珠菌形成荚膜的适宜条件。炭疽杆菌在它所感染的动物体内才能形成荚膜,在体外则不能形成。在动物体内形成荚膜便能抵抗白血球的吞噬,所以荚膜对细菌本身来说是保护器官,也可以说是它们对生活环境条件的适应产物。

致病菌中产生荚膜的细菌,当具有荚膜时毒力强,没有荚膜时毒力弱,例如,肺炎双球菌、流行性感嗜血杆菌的致病力与其荚膜有密切关系。在食品工业中,产生荚膜的细菌常常给生产上带来