

现代生物学知识丛书



93

微生物世界

江苏科学技术出版社

现代生物学知识丛书

微生物世界

南京大学生物系

郁文焕 林文娜 孙炳寅 曹幼琴

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：苏州印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 4.375 字数 91,000

1982 年 5 月第 1 版 1982 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—6,500 册

书号：13196·091 定价：0.38 元

责任编辑 刘抒秋

前 言

近几十年来,生物学不论在基本理论方面,还是在应用技术方面都有了迅速发展,并取得了显著成就,对促进农、林、牧、副、渔、医、生物制品工业以及国防建设等方面的发展起了积极的作用。随着学科间的互相渗透还出现不少综合性、边缘性的学科,如分子生物学、遗传工程学、仿生学等,引起了从事物理学、化学、数学、工程技术等广大科学工作者对生物学的浓厚兴趣。近年来,我国各类中等学校都加强了生物学教学工作,开始涌现出一批热爱生物科学的青少年,他们正在努力学习现代生物科学知识,立志攀登生物科学高峰。

为了适应形势的发展,满足各方面学习生物学基本知识的要求,江苏科学技术出版社组织我们南京大学生物系近二十位教师编写了这套《现代生物学知识丛书》。丛书共分七册,包括《生物学史话》、《动物学浅说》、《植物的生活》、《微生物世界》、《遗传学漫谈》、《细胞内幕》和《生命的物质基础》。它们分别介绍了生物学发展史、生物学基础知识、基本理论、应用技术以及现代生物学取得的新成就和发展趋势,帮助读者了解现代生物科学的概貌,为深入学习生物科学打下基础。

在编写过程中,我们既注意到这套丛书的系统性和完整性,又考虑到各个学科的独立性和彼此之间的联系,在取材方面尽量避免不必要的重复。读者可根据需要选购,也可整套购阅。

这套丛书文字流畅,通俗易懂,并具有一定的趣味性,可

作各类中学教师教学的参考书和学生的课外辅导材料；高等学校学生的课外读物；农、林、牧、副、渔、医等方面技术人员自学读物；还可帮助从事其他科学研究的工作者，初步了解当前生物学和物理学、化学、数学等学科的关系。

由于编者水平有限，编辑出版时间比较匆促，缺点错误在所难免，请广大读者批评指正。

南京大学生物系《现代生物学知识丛书》编写组

一九八一年五月

目 录

概述	1
一、回顾历史	3
(一)相遇而不相识	3
(二)微生物的发现	4
(三)一场争论	5
(四)进入分子生物学时代	6
二、形态和结构	8
(一)细菌	9
1. 形态	9
2. 细胞结构和功能	10
(二)放线菌	20
(三)立克次体及衣原体	23
(四)枝原体	24
(五)真菌	24
1. 酵母菌	25
2. 霉菌	28
(六)病毒	32
三、生长及其控制	37
(一)微生物纯培养生长	37
1. 微生物纯培养的概念	37
2. 细菌的生长规律	37
3. 连续培养	40

4. 同步生长	42
(二)影响微生物生长的几个主要环境因素	44
1. 温度	44
2. pH值	45
3. 氧化还原电位	45
4. 氧气	46
5. 水和水活度	46
(三)控制和消灭有害微生物的措施	47
1. 消毒和灭菌	47
2. 抗微生物的化学药剂	49
3. 化学治疗剂对微生物的作用	51
四、营养和代谢	56
(一)营养	56
1. 微生物所需的营养物质及其功能	56
2. 营养物质如何进入细胞?	58
3. 营养类型	62
(二)代谢作用	63
1. 酶是什么?	64
2. 细胞中的能量转移“中心站”——ATP	65
3. 产能代谢	67
4. 代谢的调节和控制	75
五、遗传与变异	82
(一)生命现象的一个重要特征——遗传与变异	82
(二)形形色色的变异现象	84
(三)遗传变异的物质基础	87
(四)DNA 在细胞中的存在状态	90
(五)人工控制生物遗传性	92

1. 诱变育种	92
2. 基因重组	100
3. 遗传工程	103
六、微生物和环境	108
(一)到处为家	108
1. 土壤	109
2. 水体	110
3. 空气	111
(二)大自然元素平衡的调节者	112
1. 碳素循环	112
2. 氮素循环	113
3. 硫素循环	114
4. 磷素循环	115
(三)高等动物、植物的“知心朋友”	116
(四)家族内部的关系	119
1. 互生关系	119
2. 共生关系	119
3. 拮抗关系	120
4. 寄生关系	120
(五)一小撮“害群之马”	121
七、展望未来	125
(一)大力开发微生物资源	125
(二)向微生物索取粮食	126
(三)从微生物获得能源	127
(四)前程似锦的遗传工程	128

概 述

在生机勃勃的大自然中,除了我们所熟悉的动植物外,还有一个难以为人们所察觉的“生物王国”。这个“王国”的成员个体非常小,必须通过放大几百倍的显微镜甚至几万倍的电子显微镜才能看到。人们把这些小生物称为微生物。

大家都知道,构成生物体的基本单位是细胞。高等生物的生物体,由数以亿万计的细胞组成,细胞高度分化,各种细胞都有着一定的生理功能。如高等动物肺部的细胞,专营气体交换,吸入氧气,放出二氧化碳;高等植物叶片的细胞,担负光合作用的艰巨任务,制造碳水化合物。可是微生物的结构非常简单,一个细胞或是分化简单的一群细胞就是一个能够独立生活的生物体。更有趣的是,有一类叫做病毒的微生物,它们连细胞结构也没有,只能在活的寄主细胞内生活,离开了寄主就象一个化学大分子一样,既不能生长,更谈不上繁殖。

过去,人们常把生物界分为动物界与植物界,这就是两界分类系统。微生物这个名词,不是分类学上的一个单位,它们中间有些成员如原生动物,没有细胞壁,体柔软,可以运动,不能进行光合作用,属于动物界;有些成员如藻类,有细胞壁,能行光合作用,属于植物界。但是,它们之中的主要成员——细菌,虽然有细胞壁,却不进行光合作用(少数细菌例外);还有一些如病毒,把它们放在动物界或植物界都不合适。因此,近来有人提议将生物分成六界:病毒界、原核生物界(包括细菌和兰藻)、真核原生生物界(包括大多数藻类和原生动物)、

真菌界、植物界和动物界。在这六界生物之中,前面四界中的每一界,或全部或部分为微生物的成员,可见微生物种类之多。

那末人们为什么要把这些分类地位不同的生物组织在一起呢?这是因为它们除了具有个体微小这个通性外,还有比较相似的生活习性,对它们的培养方法和研究方法也是相似的。为了便于研究、了解、控制和利用它们,所以把它们汇集在一起。

微生物在自然界中分布很广,与人类的关系十分密切。一方面,大多数微生物是人类的朋友,我们无时无刻都离不开它们。它们在自然界物质转化中起着主要的作用,从而保证了生物界新陈代谢的连续进行,使地球上的生物得以繁荣发展。微生物的许多代谢作用,已被广泛应用于工农业生产,以制取各种食品、化工原料、药物、生物制品、饲料和农药等。另一方面,一类有害的微生物则是我们凶狠的仇敌,它们能引起人、动物和植物的许多病害,在历史上曾经造成一些严重的灾害。例如十四世纪的流行黑死病,估计夺去了四分之一欧洲人的生命。在我国也曾有过这样的记载:“建安二十二年,疠气流行,家家有僵尸之痛,室室有号泣之哀,或阖门而殪,或复族而丧。”这就是在汉朝曾发生过的悲惨情景。因此,我们研究微生物,为的是更好地利用、控制和改造微生物,使它们为社会主义建设服务,为人类造福。

一、回 顾 历 史

微生物的体积很小,就拿细菌来说吧,一个普通细菌细胞的体积约为3立方微米(一微米等于千分之一毫米)。因此,一千个细胞堆积在一起,才有米粒那么大小。那末人们是怎样发现微生物的呢?它的发现又起到什么作用?这里不妨让我们来回顾一下历史,以便了解微生物被发现前后的点滴情况。

(一)相遇而不相识

微生物的发现,只不过是十七世纪末叶的事情。人类在长期与自然作斗争的过程中虽然并不知道微生物是什么样子,但却早就接触并利用了微生物,特别是我们的祖先,积累了不少关于微生物作用的经验,这真是相遇而不相识。这里我们借鉴几本古书来说明这个问题。

约在二千多年前的《书·说命篇》里面就有这样的记载:“若作酒醴,尔惟曲蘖”。醴就是甜酒,蘖就是谷物,曲中含有发酵谷物成酒的微生物。意思是要制造酒类物品,必须用曲和蘖。这就是利用微生物进行酒精发酵的较早记载。后魏贾思勰写的《齐民要术》中,对于制曲、酿酒的技术更有详细的说明,书中提到“黄衣”、“黄蒸”等名词,现称为米曲霉,可见当时已认识某微生物在酿酒中的作用和培养它们的方法。该书还指出,种过豆科植物的土壤特别肥沃,并提出轮作制。约在

公元一千年期间,祖国的古医学中已提出种痘以预防天花,这是世界医学上的伟大创举。

从以上几个例子可以清楚地看到,我们的祖先在利用有益微生物和控制有害微生物方面有着丰富的经验,这对于以后微生物作为一门学科——微生物学的发展,起了一定的推动作用。

(二)微生物的发现

虽然人们很早就推测,自然界中除了有看得见的生物以外,还有一些小到肉眼看不见的生物,但是一直没有直接的证据。直到十七世纪中叶,由于显微镜的问世,才揭开微观世界的秘密。

1675年,有一位荷兰的业余显微镜制造者名叫列文虎克,他利用自己制造的能放大二百倍的显微镜,观察了牙垢、污水和腐败有机物等,破天荒地发现了许多“活的小动物”。1676年,他竭尽显微镜的放大能力,看到了“病菌”,这就是今天我们所说的细菌。1695年,他发表了《列文虎克所发现的自然界的秘密》一书,详细地记载了他的发现。这就是有史以来有关细菌的首次记载;列文虎克也就成为世界上第一个看到微生物的人了。

从生物的进化观点、发生年代来说,微生物是最原始的生物,在地球上出现最早。可是,它被人们发现却很晚,至今仅三百年的历史。

(三)一 场 争 论

自列文虎克发现微生物以后的两百年间，微生物学的研究一直处于形态学的描述阶段，进展速度甚慢。到了十九世纪初期，资本主义工业大踏步前进，促使当时处于重要经济地位的酿酒和蚕丝业巨大的发展。但是由于微生物的捣蛋，使酿酒和蚕丝业遭到很大的挫折。酒常常因变质而没有销路；蚕往往得病而吐不出丝。要克服生产上的这些弊病，一个根本的问题必须首先解决，这就是微生物是不是自然发生的。当时，很多人主张微生物是自然发生的。他们认为新鲜的食物里没有细菌，如果把食物放置一段时期，就会腐败，用显微镜检查这些腐败物品时，可以看到很多细菌。这些细菌是从哪里来的呢？自然发生学说的支持者认为是自然发生的。也就是说生命可以简单地从非生命物质产生。按照自然发生学说，酒的变质，蚕的得病，就无法避免。

也有一些人反对自然发生学说，他们认为象生物细胞这样复杂的生物，不可能简单地从无生命物质自然发生。他们做了一个实验，把营养液密封在玻璃瓶内，并加热至沸，于是营养液就不再腐败，以此说服对方。可是自然发生学说支持者反驳说，自然发生必须要有新鲜空气的资助，密封在瓶内的营养液因得不到新鲜空气，所以不能自然发生。双方摆出种种理由，以便说服对方，这便是生物科学领域里轰动一时的一场学术争论。

这场争论以法国化学家巴斯德严密的科学实验，令人信服地否定了自然发生学说而告终。巴斯德十分巧妙地设计了一只颈子弯曲的烧瓶，瓶内装有有机汁液，然后加热至沸，冷

却后空气仍然能通过弯曲的瓶颈进入瓶中，但是空气中附有微生物的尘埃却被弯曲的颈子阻挡了，于是瓶内液体不发生腐败，在保持瓶颈完整的时间内，没有出现微生物。然而，如果把瓶颈敲破，有机汁液很快腐败。

巴斯德的工作，不仅结束了旷日持久的一场争论，而且把微生物学的研究工作从形态学阶段推入生理学阶段。通过他的工作，人们知道发酵是微生物生命活动的结果。不同类别的微生物引起不同种类的发酵，葡萄汁酿造成酒是酵母菌的作用，酒变坏是乳酸细菌和醋酸细菌的作用。这些微生物要求不同的生活条件，控制这些条件，可使发酵达到预期的结果。巴斯德的研究工作，把酿酒业推向一个崭新的阶段。巴斯德还拯救了法国因蚕病而即将面临崩溃的蚕丝业。他发现病蚕和蚕吃的桑叶都感染了微生物，并大胆建议把所有遭到感染的病蚕和桑叶统统毁掉，用未经感染的桑叶精心饲养健蚕，就是这个大胆的建议，取得了成效。

在巴斯德的年代里，德国医生柯赫研究了人畜共患的炭疽病，发明了固体培养基，创建了分离、培养等一套研究微生物的新技术，这些方法一直沿用至今。

巴斯德、柯赫的工作，为微生物学奠定了坚实的科学基础，对微生物学的发展，作出了巨大的贡献。

(四)进入分子生物学时代

二十世纪以来，由于电子显微镜的问世，同位素示踪原子的运用，化学、物理的新理论和新技术的渗透，大大地推动了微生物学的研究。1944年，美国生物学家埃弗里等，首先通过转化实验证实，确认肺炎双球菌形成荚膜的遗传物质是脱氧

核糖核酸。1953年，美国的华特生和英国的克里克通过细菌染色体的研究，发现了作为遗传信息物质基础的脱氧核糖核酸的双螺旋结构。1961年，法国的耶科布和摩诺特研究了酶合成调节的原理，提出了乳糖操纵子学说，指出了基因表达的调节机制以及它们和外部因素的联系。1968年，美国的浩立和柯来那阐明了遗传密码的译解。1976年，美国的坦密和白底摩发现了核糖核酸病毒的逆转录酶，从而阐明了核糖核酸作为遗传信息携带者的机理。这里要指出的是这些工作主要以微生物作为研究对象而取得的。因此，微生物学的研究，不仅仅是它本学科而且把整个生物学推向分子生物学时代。

二、形态和结构

微生物依其结构,可分为原核细胞性生物(包括细菌、放线菌、立克次体与枝原体等),真核细胞性生物(真菌中的酵母菌和霉菌),及非细胞性生物(包括各类病毒)三大类。因为细菌细胞结构具有代表性,而且近年来研究得比较多,所以作为重点介绍。

提起细菌,人们往往把它和疾病联系在一起,总有一种厌恶和恐惧的感觉,不过,这倒也是事实,因为有许多使人丧生的传染病是由细菌引起的,所以它们总是声名狼藉。其实,有点冤枉它们了。给人类造成危害的只是“一小撮”,大多数细菌却能给人类造福。

细菌的种类众多,已经被发现的也不少。微生物学家们按照它们的形态特征、生理特性、生化反应、核酸成分分析及亲缘关系等,把已发现的细菌划分成许许多多的类别。有本国际公认的、由世界各国微生物学家共同编著的细菌分类专著,名叫《伯杰氏鉴定细菌学手册》(第八版),它把细菌分为 19 个部分。这 19 个部分是:(1) 光合菌;(2) 粘细菌;(3) 鞘细菌;(4) 萌芽菌及柄细菌;(5) 螺旋体;(6) 螺菌;(7) 革兰氏阴性好气杆菌及球菌;(8) 革兰氏阴性兼性嫌气杆菌;(9) 革兰氏阴性嫌气菌;(10) 革兰氏阴性球菌及短杆菌;(11) 革兰氏阴性嫌气球菌;(12) 革兰氏阴性能化能自养菌;(13) 产甲烷菌;(14) 革兰氏阳性球菌;(15) 产芽孢杆菌及球菌;(16) 革兰氏阳性杆菌;(17) 放线菌及附属菌类;(18) 立克

次体；(19) 枝原体，书中列出的细菌计有296个属、2000多种。

通常说的细菌，是指除了放线菌、立克次体及枝原体以外的其余 16 部分的菌。由于这三部分菌较特殊，分别放在后面介绍。

(一) 细 菌

细菌整个身体就是一个细胞，所以也叫做单细胞微生物。因为它们大都是无色透明的，因此需染上颜色，放在光学显微镜或电子显微镜下，才能看清它们的面目。

1. 形态

细菌的长相各有不同，就形状来说，不外乎三种，即球状、杆状和螺旋状(图 2—1)。

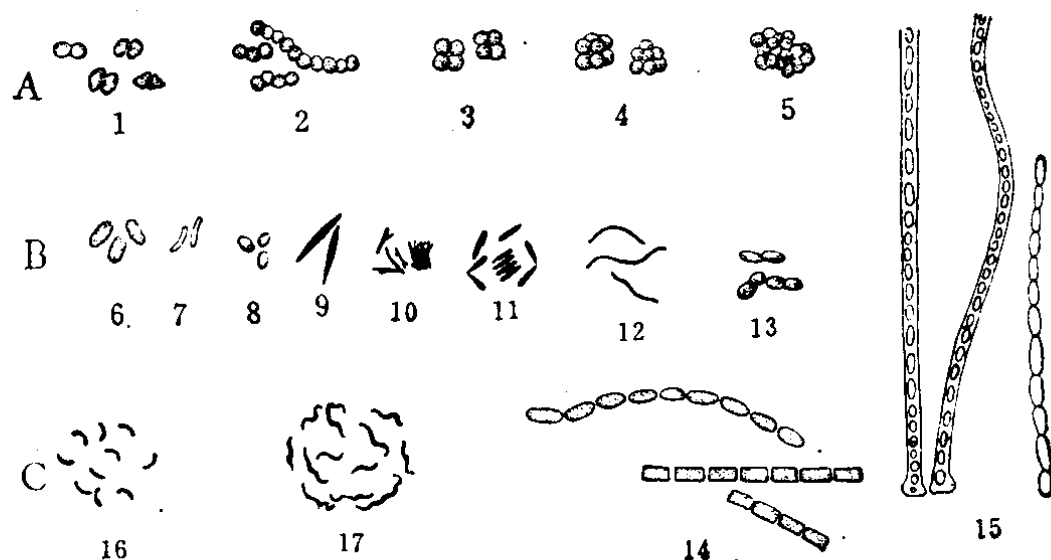


图 2—1 各种细菌的外形和排列

- A、球 菌：1. 双球菌 2. 链球菌 3. 四联球菌 4. 八叠球菌 5. 葡萄球菌
B、杆 菌：6~12 为单杆菌，(6. 两端钝圆 7. 菌体稍弯 8. 球杆状
9. 顶端尖 10. 分枝杆菌及其成丛排列 11. 棒状杆菌及其八字
和栅状排列 12. 变成长丝状的杆菌) 13. 双杆菌 14. 链杆
菌，端钝圆和平截 15. 毛发体，有鞘和无鞘
C、螺旋 菌：16. 弧菌 17. 螺旋菌

球状的细菌称为球菌。球菌菌体直径在1微米左右。单独存在时呈正圆形。按其细胞分裂面及排列的方式，球菌可分为单球菌、双球菌、四联球菌、八叠球菌、链球菌及葡萄球菌。单球菌、双球菌和链球菌只有一个分裂面，细胞分裂后菌体分散开来的便是单球菌；细胞双双连在一起的为双球菌；细胞象念佛珠一样呈链的就是链球菌。四联球菌有二个相互垂直的分裂面，因此细胞分裂后呈田字形排列。八叠球菌则有三个相互垂直的分裂面，分裂后八个细胞重叠在一起。分裂面不规则，许多细胞堆积呈葡萄状的叫葡萄球菌。

菌体形态呈杆状的为杆菌。杆菌一般长1~10微米，宽0.5~2微米。有些杆菌短而粗，从外表看来很象球菌，有的杆菌则瘦而长。杆菌两端的形态也因菌种而异，有的平，有的圆，有的尖。有的杆菌还有分枝，叫做分枝杆菌，如结核杆菌就是分枝杆菌的典型代表。有的杆菌排列成链状，有的成栅状，有的成八字形。有些链状排列的杆菌，排列的方式比较固定，称为毛发体，体外有共同的鞘或无鞘。

细胞弯曲呈螺旋状的细菌称为螺旋菌。菌体只有一个弯曲，形如逗点的叫弧菌。菌体呈螺旋状的叫螺旋菌。

2. 细胞结构和功能

别看细菌细胞那么小，可它们照样具有精致的细胞结构，真所谓“麻雀虽小，五脏俱全”。

每个细菌细胞都有五种基本结构——细胞壁、细胞膜、细胞质、核糖体及核质体。但由于种类不同，分别还有一些特殊的结构，如有的细菌有荚膜，有的细菌有鞭毛、纤毛，还有的细菌有细胞内含物及芽孢等(图2-2)。以下将细菌的细胞结构按从外到内的次序“解剖”一下，并介绍它们的功能。

(1) 荚膜 有些细菌在一定的条件下，向菌体外分泌出