

微生物学讲义

森保专业用

病理教研组

1965.7.7

微生物学讲义
——森保专业用——

編者 北京林学院病理教研組
印刷 北京林学院讲义室
校对 武觀文
編号 65·442

开本 787×1092毫米 1/16
字数 162,000

目 录

第一章 微生物学的研究对象、范畴、和微生物学发展简史

一、微生物学的对象和范畴	1
二、微生物学的目的和任务	1
三、微生物学的发展简史	2

第二章 微生物的基本类型

第一节 病毒和噬菌体	4
一、病毒在生物界系统发育中的地位	4
二、病毒的性状	4
三、病毒和噬菌体的有益利用和噬菌体的检查	5
第二节 细菌	5
一、细菌的外形和大小	5
二、细菌细胞的构造	5
第三节 放线菌、真菌和藻	7
一、放线菌	7
二、真菌	7
三、藻	8
第四节 裂殖菌的分类和鉴定	8
一、裂殖菌在生物系统发育中的地位	8
二、细菌分类用的特征	9
三、细菌和放线菌的分类法	10

第三章 微生物的生长繁殖及其营养

第一节 微生物的生长繁殖	15
一、细菌的生长繁殖的方式和菌落形成	15
二、细菌的个体发育和生活史	15
三、微生物的繁殖速度和生长曲线	16
第二节 物理化学因素对微生物生长繁殖的影响	18
一、物理因素对微生物的影响	18
(一) 温度、(二) 湿度、(三) 光线、(四) 表面张力	
二、化学因素对微生物的影响	20
(一) 氢离子浓度 (二) 消毒剂和防腐剂	
第三节 微生物的营养	22
一、微生物所需要的营养物质	22
二、培养基之常用营养料	22

三、微生物的营养型	23
-----------	----

第四章 微生物的代谢

第一节 微生物的酶	27
一、微生物酶的一般概念	27
二、胞内酶和胞外酶	27
三、固有酶和诱导酶	28
第二节 微生物的呼吸作用和能量转化	28
一、呼吸作用和能量转化的意义	28
二、能量的转化和利用	29
三、呼吸作用的本质	30
四、生物化氧和能量转化的途径	30
五、微生物呼吸的类型	32
六、氧化还原电位和微生物的呼吸	34
第三节 微生物的物质代谢	37
一、微生物代谢作用的特点	37
二、微生物对不含氮有机质的代谢及转化	38
(一) 微生物的发酵作用(嫌气发酵)	38
(二) 微生物的氧化发酵	41
(三) 不含氮复杂有机质的分解	43
三、微生物的氮素代谢及其转化	46
(一) 蛋白质分解	47
(二) 非蛋白质有机质的分解	48
(三) 硝化作用	49
(四) 硝酸还原作用(反硝化作用)	50
(五) 固氮作用	50

第五章 土壤微生物

第一节 微生物在土壤中的分布	53
一、微生物在土壤中存在的自然状态	53
二、土层与土类与微生物分布的关系	53
第二节 微生物与土壤肥力	54
一、微生物与土壤形成	54
二、微生物与土壤营养物质的转化	55
三、微生物可以作为土壤肥力的指示者	58
第三节 土壤有机质分解和腐殖质形成	59
一、有机质的分解与碳氮比率的关系	59
二、有机质分解的不同阶段微生物的动态	60
三、腐殖质的形成和分解	61
第四节 农业技术措施对土壤微生物生命活动的影响	63

一、施肥对微生物的影响	63
二、耕作对微生物生命活动的影响	64
三、土壤局部灭菌对微生物的影响	65
第五节 細菌肥料	66
一、固氮菌	66
二、根瘤菌	68
三、細菌肥料的生产	70

第六章 微生物与微生物之间的相互关系；抗生素和抗菌素

一、微生物之间的相互关系	71
二、抗生素和抗菌素	73

第七章 微生物与高等植物之间的关系

第一节 植物附生微生物	80
第二节 根际微生物	81
一、根际微生物的特殊生态环态	81
二、根际微生物的数量	82
三、根际微生物的种类	83
四、根际微生物对高等植物的影响	84
第三节 菌根和菌根菌	88
一、菌根和菌根菌的一般概念	88
二、菌根对高等植物的有利作用	88
三、菌根菌的生理	89
四、植物和真菌共生关系的实质	90
五、菌根菌在育苗和造林上的利用	91

第八章 微生物与昆虫和其他动物间的关系

一、人畜的微生物	93
二、昆虫的微生物	93
（一）正常虫体的微生物区系	93
（二）昆虫的微生物病	94
（三）利用微生物进行害虫防治的一般研究方法	97

第一章 微生物学的研究对象、范畴、和

微生物学发展簡史

一、微生物学的对象和范畴

細小肉眼看不見的生物称为微生物；研究微生物的生命活动的科学称为微生物学。微生物包括細菌、真菌、放綫菌、病毒和噬菌体、低等藻类和原生动物等。

微生物普遍的分布在地球上的每一个角落，它們的身子最輕，活动最自由，随风飄，随水流，五湖四海为家，上下四方云游，因此說从高山之頂到海洋深处，从赤道到极地的自然界中到处都充滿着微生物。

微生物不仅地盘大，而且繁殖快子孙多。土壤是微生物的大本营，据估計，一亩肥沃田地150厘米深的表层土壤中就含有300公斤以上的真菌和細菌；每一克的土壤中的微生物通常是几千万至几十亿个，所以，我們随地所取的一粒土壤就是一个微生物世界，其中含有种类不同的各种微生物。

微生物也分布在各种动植物的体表，在动物（人、畜、昆虫）的体腔中也有大量的微生物，例如人类的口腔和腸道就有很多微生物。大腸杆菌就是人的終身伴侶，而葡萄球菌則常常存在于人們的皮肤上。

微生物的繁殖快，同时代謝作用也极强烈，只要有一个相应的菌落入适宜的环境中，就会迅速繁殖，而在很短的时间內分解轉化了周围的营养物質，也就改变了外界环境条件。此外，微生物具有极多样的代謝类型，它們組成了一个能分解利用自然界中任何一种有机質的生物系統因此說微生物与有机界联系得非常紧密，他們改造着地球，推动着地球的演变。

普通微生物学是研究微生物的形态、分类、生理、生态等問題。对于森林病虫害防治专业的微生物学，我們將主要講授微生物的一般形态类型，代謝生理，与高等植物的关系等方面。

二、微生物学的目的和任务。

很多动植物的致病性微生物是人类的天敌，这些微小的搗蛋鬼的破坏力量之大使人惊恐，它們会使牲畜突然的大批倒毙；也常使植物大面积的枯死或減产；人类的生命也受到严重的威胁。为了对这些有害微生物进行有效的防治，或进而使有害微生物变为有益微生物，因此我們就必须来研究微生物学，尤其需要对这些微生物的生理活动进行了解。

虽然有很多微生物是具有致病性的，是有害的，但是也有很多微生物是人类的朋友，它們每时每刻都在为人类創造着巨大的財富。

現代工业上生产的酒精、檸檬酸、乳酸、醋酸、丙酮和丁醇等制品大都是利用微生物发酵的方法来酿造的。

微生物也常常应用于食品的加工和制造上、如制酱油，腐乳、醋等等，我国劳动人民利用微生物生产这些食品是有着丰富的經驗的。有些学者預見人造食物工业将要兴起，而微生物的合成将作为一种过渡形式，目前人們已經利用微生物来合成蛋白質和脂肪，这就是大家所知的“人造肉”。

很多微生物对农业也有着积极作用，很多微生物能分解有机质，合成腐殖质，因而提高了土壤肥力；一些细菌肥料（根瘤菌，固氮菌）能提高作物产量；还有些微生物的产物、如赤霉素可以刺激作物生长。

微生物学在国民经济中的很多方面都有着重要的生产意义，具体到与有害昆虫和有害微生物做斗争的森林保护专业，微生物是一门基础课，它应为专业课提供基本的微生物知识和操作、研究方法。同时也对直接服务于森林保护事业的某些方面进行介绍，这里主要是对害虫和病原菌进行的微生物防治。

三、微生物学的发展简史

微生物学的发展简史可以分为下面四个阶段：

（一）人类在发现微生物之前，对微生物的感性认识阶段。

在没有发现微生物之前，人们对致病微生物的进攻是无主动的反抗的，人们只是听任摆布和蹂躏。在有益微生物的利用方面，人们也只是自发的累积着经验。在我国的悠久历史中，我们的祖先累积了不少有关微生物作用的经验。

根据“吕氏春秋”里的“仪狄作酒”一语，我们就知道远在公元前二十五世纪，我们的祖先就知道利用微生物制酒，虽然当时还不明白制酒的原理是由于碳水化合物经过酵母菌的作用而酿成的。其他如种痘防天花和“齐民要术”中记载的豆科植物可以肥田等等都是我国古代自发利用微生物的伟大贡献。

（二）微生物学的形态学发展阶段

荷兰人安东·吕文虎克在1675年秋天第一个发现了细菌，他在自制的简陋的显微镜下观察水滴，结果发现其中充满着各种各样的小生物，这个小生物的新世界简直不能想象，它们不断运动着，互相碰撞，彼此相逐，而且互相吞食；在惊愕的观察者面前，演出了一幕幕形形色色的生活的戏剧，可是全部这些现象却只是在一滴水中发生的。在吕文虎克发现微生物以后、有很多人进行了微生物的形态观察。这一时期的微生物学，一般只是形态的观察，对微生物的生活规律及其作用知道的很少，因而有人划分它为微生物学发展的形态学阶段。

（三）微生物学的生理发展阶段

十九世纪中叶的法国当时发展着葡萄酒业，由于微生物的腐败作用，使酿酒业造成巨大损失，急需解决这一生产中的问题。当时法国学者巴斯德（1821—1895）研究了发酵本质，发现了葡萄酒是一种微生物（酵母菌）的作用，而酒变坏，产生醋酸或乳酸则是另外的微生物（醋酸菌或乳酸菌）的作用，这些微生物需要不同的条件，控制条件就可以控制微生物的活动，达到预期效果。巴斯德的研究对酿造工业起了巨大的技术革新作用；他的研究还对微生物生理学的最基本问题——呼吸作用提出了更深刻的见解。

随着微生物学的飞速发展，涌现了许多优秀的微生物学家。柯赫（R·Koch 1853—1910德国人）对传染病的病原菌学说有重要贡献，并且创造了许多研究微生物的方法，包括利用固体培养基和分离培养细菌的技术等。

德国人布赫纳（E. Buchner）于1897年研究磨碎了酵母菌的发酵作用，因而把酵母菌的生命活动和酶的化学紧密的联系起来。

此时期的微生物学已经不仅局限于形态的描述而是和生理学联系起来，因此称此时期为微生物学发展的生理学阶段。

（四）微生物的分科阶段

20世纪的微生物学有了更大的发展，进入了分科阶段，首先发展的是医学微生物学。其

次是土壤微生物学和发酵微生物学等。这些学科都对国民经济起了很大的促进作用。按生活和生产任务分科的微生物学在发展中必然要提出各科共同需要的基本问题。这些问题的深入研究，导致了按学科的分科，形成了微生物的形态学，分类学，生理学和遗传学等专门科学。

现代的微生物学也同其他自然科学一样，学科的划分越来越细，门类越来越多，专业越来越狭窄。然而，有利也有弊，这种专业狭窄的专家，在解决实际问题时，往往由于知识面不够宽广，而对实际问题无能为力。自然科学发展的另一个趋势是，各个学科之间互相渗透和交错，越来越多的边缘科学发展起来。恩格斯早就指出过，应当在各门科学的接触点上期待最大的成果，根据现代科学的发展来看，各门科学将要进入普遍联系和综合发展的阶段。列宁也曾极力称赞那些认为自然界本身就是一个整体的观点。

第二章 微生物的基本类型

第一节 病毒和噬菌体

一、病毒在生物界系统发育中的地位

从辩证唯物主义的观点来看，生命是物质运动的特殊形式。但是这种形式和无机界之间并没有一条深不可越的鸿沟，恰恰相反，生命是物质在发展过程中从无机界中出现的新质。早在十九世纪末期，恩克斯就指出了这条唯一正确的道路

在现代，总结了大量的资料，已经可以对生命的出现和发展提出较详细的解释：地球在没有生命出现之前的发展过程是含碳化合物逐渐复杂化，终于形成了高分子的近似蛋白质的胶态物质，这种物质进一步发展，即形成了生活的蛋白质（生物），具有了生命的基本性能——即物质代谢，生长繁殖，遗传变异三项基本性能。最初发生的蛋白质（生物）的代谢机能是最原始的，只能同化和它的化学成分相差不远的有机物质。由于环境条件的改变，过去这些独立营养的原始生命越来越难于获得必要的能量和必要的原子团来合成与自己相同的物质了。后来由于接近于比它高级的有胞型生物，开始接受这种高级生物已经合成的原子团来代替周围环境中越来越少的这种合成要素，因而逐渐发展了寄生性，最后形成绝对寄生的病毒了。我们现在将病毒等生物称为生物的前细胞阶段，作为原始生命的代表。

二、病毒的性状

在微生物中体积最小的要算是病毒了，它们的个体小到不能用光学显微镜辨认，因此称为超显微镜微生物；由于病毒能通过细菌过滤器，所以又称为过滤性病毒。测定病毒大小的单位通常以毫微米来表示 $1\text{微米}(\mu) = 0.001\text{毫米}(\text{mm}) = 1000\text{毫微米}(\text{m}\mu)$ ，最大的病毒直径约 $400\text{m}\mu$ ，接近最小的细菌体积，最小的病毒如烟草坏死病毒等，其直径约 $20\text{m}\mu$ 。

不同的病毒具有不同的形态，并且这些形态特征是较稳定的，因此可作为分类的依据。病毒的形态可分为下列四种：方砖形（牛痘病毒）；杆形（烟草花叶病毒）；圆形（流行性感冒病毒）；蝌蚪形（细菌的病毒——噬菌体。）

病毒是由于蛋白质和核酸组成的，蛋白质存在于病毒质粒的外层，而核酸则在内部。

病毒的生命活动范围很狭窄，只能在寄主细胞内生活，同化与其本身相差不多的物质。因此不能在一般培养基上培养。

有的病毒可以被提纯为结晶，这说明这种生物与无生命的化学物质是有相似之点的，也就使我们了解到这种生物是处在生与无生的边界上。

关于病毒的侵染我们以细菌病毒——噬菌体为例来说明之：噬菌体是蝌蚪形的粒体，在与相应的细菌接触时，尾部就吸着在细菌细胞的表面，通过酶的作用，在细菌细胞壁上溶成一个小孔，随即就将内部之核酸注入细胞内（图1—1），而蛋白质的外壳则留在细胞表面，不

再起任何作用。进入細菌内部的核酸经过10—15分鐘的时间則又恢复了蛋白質的外壳，同时菌体破裂释放出20—1000个新的菌噬体来。

三、病毒和噬菌体的有益利用和噬菌体的檢查。

病毒的广泛流行常常給人、畜和植物造成严重病害，但是，由于人类的深入研究，則又可以利用之为人类服务。例如：应用使莠草感病的病毒来防除莠草；应用使昆虫染病的病毒来防治害虫（多角体病毒常用防治鳞翅目害虫）；应用噬菌体来处理种子，来檢查种子是否带有病源細菌（噬菌体能在病源細菌中繁殖，将种子中加入一定数量的噬菌体，經一定时间如果噬菌体数量增加，則証明該种子有病源菌存在）。

噬菌体的檢查，通常是按照噬菌体在对它敏感的微生物培养物上的溶解作用，而知道它在某种基質（水、土壤，生物排泄物等）中的存在。

对微生物的发育最为有利的条件（培养基的成分、温度、通气等），通常也是噬菌体表现溶解特性的有利条件。

檢查时应先将分离基質（土壤或植物种子等）做成液体，然后通过細菌过滤器。假如液体很渾浊，那么預先得把它通过无菌滤紙过滤。

在液体培养基中进行檢查时，往盛有培养基的試管中加进滤液和一滴培养了一天的細菌或其他培养物。另外做一具有同一培养物但是沒加滤液的試管作为对照。经过6—24小时的适温培养。假如实验試管中仍旧是透明的，而对照中却是渾浊的那这就是噬菌体存在的証明。

在固体培养基上檢查噬菌体时，应将微生物培养物和上述滤液接种于固体培养基上共同培养，如果出现无菌斑（負性菌落），則是有噬菌体存在之証。

第二节 細菌

一、細菌的外形和大小

細菌是单細胞的細胞生物，这表明已經比病毒类生物进化了，細菌細胞平均体积大約长为2微米，寬为1微米。如果以細菌的大小与蚊子相比，差不多相当蚊子与大象的体积之比。細菌随种的不同其大小变化很大，有的小到用光学显微镜仅能达到可見的程度；有的却大到几乎用肉眼就可以看見（图1—2）。

細菌具有三种基本的形态：球状，杆状和螺旋状，在这三种类型之間还存在着不明显的过渡形态。

二、細菌細胞的构造

細菌細胞的构造和高等植物的細胞构造有許多共同处，也有一些不同的性質。細菌細胞是由复式的膜所組成，其内部包含着細胞質，核物質，并經常包含各种顆粒，脂肪球和一个或一个以上的液泡。原生質这个名詞通常是指細胞質和細胞核两者而言。此外，有些种含有抵抗小体，叫做孢子；有些种具有1个以上的运动器官，称为鞭毛。

（一）細胞膜 細菌的細胞被三层膜所包围：（1）細胞質膜，（2）細胞壁（3）粘液层。細胞壁是保持細菌外形的一层薄膜，以濃盐溶液（1—5%）处理較大的細菌（如大芽孢

杆菌 *Bacillus megathrium*)，使其产生質壁分离现象，则在光学显微镜下可以清楚地看到细菌的细胞壁。细胞壁对染料的亲合性是低的。在化学上它是一种性质不明的复杂碳水化合物所构成，而通常归入半纤维素。这种物质被认为是由其他物质所充满，其中有些是含氮的。

细胞质膜是紧贴在细胞壁里面的一层极薄的膜。它的主要成分是拟脂质，拟脂蛋白质，用普通方法染色时，此膜着色较深，且不易脱色。原生质膜在细菌生活中具有重大意义，它在代谢中完成内外物质的交换——吸收和排出。

粘液层是细胞壁改变了的外层，粘液层和细胞壁有同样的显微化学反应，对染料的亲合性也是低的，当粘液层大而围绕细胞并保持固定时称为荚膜（图1—3）

（二）荚膜 荚膜主要是由多糖和果胶类物质组成的，由于化学组成的关系，此层对染料的亲合力很低。在碳水化合物丰富而氮素养料缺少的培养基中容易形成较厚的荚膜。

（三）核 细菌细胞中是否存在着界限分明的核是激烈争论问题。A.A尹姆谢涅茨基（Имшенецкий）的工作指出，细菌没有真正的细胞核，但是菌体内含有大量核成分——胸腺核酸，只是较高类型的粘细菌有着明显的核。另外许多研究者记述了象核一样染色的颗粒。但是细菌的细胞核与较进化的细胞核是有区别的，它不形成染色体。

（四）液泡 细胞较老，在原生质中就出现了液泡，液泡中含有一种叫做细胞液的液体，不易染色

（五）细胞中的内含物 内含物中有些是贮藏的养料，有些是代谢产物。贮藏物质中有异染颗粒、淀粉粒、肝糖粒、油脂粒等。

异染颗粒是贮藏的含氮物质，出现在老的细胞内，它对碱性染料表现强烈的亲和性，可见，它的性质是酸性的。异染颗粒一般认为是核酸与碱性蛋白质或有机碱结合成的。

淀粉粒在丁酸细菌群的细胞中特别多，可用碘化钾碘液染成暗紫色或黄兰色。

油脂粒常以小球形式存在于某些细菌中，当碳水化合物丰富时，油脂粒形成得显著。用苏丹Ⅲ染色，油脂粒呈红色。

这些贮藏物质在细胞中的累积和生活环境中碳氮养料的供应量有很大关系。当外界环境缺少这些养料时，细菌就消化这些贮藏物质，逐渐减少，乃至消失。

有些细菌细胞中常累积着一些无法排除的代谢物，如草酸钙结晶（图）。

还有的细菌在代谢中于细胞内累积着毒素物质，例如，用来防治鳞翅目害虫的苏芸金杆菌则含有一种称作伴孢晶体的物质，这种物质对昆虫有杀灭作用。

（六）细菌的芽孢 有些杆菌生活到一定阶段原生质浓缩失水，形成一个折光的小区，其后小区外层形成一层较厚的膜，即芽孢壁。细菌芽孢的大小形状及在菌体中的位置，常因细菌种类不同而不同。（图1—4）。

芽孢形成的生物学原因，一方面是芽孢细胞生活史中的一个阶段；另一方面则因为它具有透水性极小的厚壁，而使之成为对环境抵抗的休眠体。芽孢能耐高温，例如枯草杆菌的芽孢在 100°C 的温度下三小时不降低生活力；马铃薯芽孢杆菌在同样温度下能维持六小时。芽孢对干燥及消毒药物的抗性也很强。可以说芽孢是细菌保证种存在的适应方式，有许多细菌的芽孢可以保存生活力达数十年甚至数百年之久。

芽孢在适宜生长的环境下萌发为细菌细胞。

(七) 鞭毛 鞭毛是由细胞质穿过细胞壁而长出来的，它是细菌的运动器官。其直径很小，约为 0.03 微米，差不多为可见光波的 $1/10$ 。因此，在普通光学显微镜下必须用特殊的染色法，使染料堆积在鞭毛上才能看到。

细胞鞭毛的数量和着生位置在不同种细菌上是不同的，因此具有分类学上的意义，可分类如下(图1—5)。

单鞭毛的——细菌的一端着生一根鞭毛。

丛鞭毛的——细菌的一端或两端着生两根或两根以上的鞭毛。

两端单毛的——细菌的两端各着生一根鞭毛。

周生鞭毛的——鞭毛围绕细胞着生。

生鞭毛的细菌很容易失去鞭毛，而停止运动。在培养基中，常常只是在培养的初期(12—24小时内)有鞭毛，能游动。培养稍久后，就失去鞭毛，不能游动。因此检查细菌有无鞭毛能否运动，要用新鲜的培养体。

第三节 放线菌、真菌和藻类

一、放线菌

可以认为放线菌是细菌和真菌间的过渡类型，它的共同形态是分枝的菌丝体，菌丝宽度与普通杆菌的宽度差不多($0.8-1\mu$)。菌丝体内部结构也和普通细菌类似，没有明显的细胞核，其菌丝体没有横隔膜，所以说放线菌是由菌丝组成的单细胞菌丝体。在其菌丝体的一些分枝上可以形成作为繁殖用的分生孢子，放线菌的种类不同，产生分生孢子的菌丝形态也各有不同(图1—6)

放线菌并不象细菌和病毒那样是人类和家畜严重的传染病的病原菌；它们也不象许多真菌那样成为破坏植物的普遍的病原菌。放线菌一般对人畜和植物不进行侵害，反而能帮助人类与病原微生物进行斗争。放线菌属(*Actinomyces*)是重要的一属，它产生抑制或杀死病原微生物的抗菌素的潜力最大。

放线菌适于在干燥的土壤和碱性反应的条件下生长。放线菌水解淀粉的能力一般很强并且许多能够分解半纤维素。放线菌喜好利用有机的含氮化合物作为能量来源，这一类与真菌却迥然不同，因为真菌喜好糖类而不喜用含氮化合物作为能源。

二、真菌

通常真菌是由菌丝组成的菌丝体，它是不含叶绿素的有机体，因此不能进行光合作用，只有依靠腐生或寄生的方式来利用现存的有机质，真菌的菌丝具有细胞壁，它的宽度是

3—10 μ 比細菌或放綫菌的寬度大几十倍。菌絲中含有具染色體的細胞核，這點與細菌是有區別的。真菌具有營養體和繁殖體的分化，在培養基上的真菌菌落通常產生毛茸狀的薄層聚集。

由於真菌具有強盛的酶系統，分解複雜有機質的能力很強，因此，在未開懸的土壤及針葉樹森林土壤中，它們的數量很多。真菌能在酸性的基質中很好的生長，也能在低溫下發育。

真菌常毀壞食品，織物，革製品，木材以及很多工業原料和消費品，大多數植物病害也都是它們引起的；真菌亦有有益的方面，在發酵工業中可以用它們使淀粉糖化來發酵制酒，也可利用來生產有機酸，維生素，抗菌素等。

三、藻類

藻是大大類低級植物，它們的構造簡單沒有根、莖、葉的分化。在藻類的生活中不需要現有的有機質（糖、蛋白質等）。因為它們含有葉綠素，能利用太陽將水和二氧化碳以及礦物元素合成複雜的有機物質進行生長繁殖。

藻類以大量有機質來豐富土壤，同時在光合作用中放出氧氣來改善土壤通氣狀況。所以藻類對土壤肥力和土壤微生物的數量都有影響。

藍藻是最低級的藻類植物，近年來研究工作指出，最古進行光合作用的有機體是藍藻。它們存在於最古的古生代的沉積物中。藍藻具有同化空氣氮素的能力，兼有光合作用和固氮作用這兩種特殊重要的性質，使它們對土壤肥力的發生發展有着重要作用。

小球藻是屬於綠藻植物，細胞為圓形，橢圓形，個體很小，一般只有3—5 μ 。小球藻繁殖迅速，干物質含蛋白質約50%，脂肪10—20%和多種維生素。現在正在着手發展它為食品和飼料的新來源。

第四節 裂殖菌的分類和鑑定

真菌分類和鑑定將專門由真菌學來完成，因此這裡只講授一些裂殖菌分類和鑑定的一般知識。

一、裂殖菌在生物系統發育中的地位

病毒和噬菌體是最原始的生命代表，由於它們的個體構造比細胞還要簡單，所以稱它們為生命的前細胞階段。

最原始的生命出現以後，不斷地適應廣泛的基質條件，產生同化更多的營養料的特性，生命的機構更為複雜化，個體加大，酶系統也更完整更複雜了，此時進化為最簡單的細胞生物，進入生物發展的細胞階段。細胞階段和前細胞階段的聯繫還可以在有些細菌具有濾過性形態的現象中表現出來。

簡單的細胞生物可以用細菌來代表，簡單的細菌是球狀或桿狀的原生質體，沒有分化為細胞質與細胞核，或只有初步的核（它與較進化的細胞核的區別是不形成染色體）。這種在形態上沒有什麼分化的簡單細菌，在生理上卻要比前細胞階段的生命要複雜得多，它們不僅能同化複雜的和它本身類似的蛋白質物質（如寄主細胞物質），而且能同化很簡單的有機養料（碳水化合物等）和無機養料，形成自己複雜的原生質。

可以將簡單的細菌和它類似的生物（包括細菌、衣細菌、放綫菌、粘細菌、螺旋體和藍藻）統歸為一類。稱為原生植物。原生植物可以看作生物進化的第二階段。

把最簡單的細菌看作是細菌的原始類型，從這種原始類型出發，細菌按着三個主要的方

向前进。第一个方向是从简单的不能游动的球菌杆菌通过分枝杆菌，原放线菌逐步发展为放线菌。放线菌比细菌复杂，它们是分枝的菌丝体，已开始有营养体和繁殖体的分化，能形成分生孢子，这些都是真菌的特性。虽然放线菌和真菌有相似之点，但是有人認為不能把它们联合在一起，因为在生理上和细胞学生有差别，可能是一个祖先形成的两个系——真菌和放线菌。

也有人認為真菌是从绿藻失去叶绿素演化来的，导致了寄生或腐生生活方式。

第二个方向是从简单的游动性的球菌和杆菌进化为芽孢杆菌的方向。

第三个方向是从简单的细菌进化为衣细菌，这时成串的细菌形成一个共同的鞘套，初步具有多细胞形态。

在衣细菌和兰藻之间几乎没有明显的界线，兰藻初步有细胞质与细胞核的分化，在细胞中部有中心体，但还没有具体的核。

粘细菌的营养细胞极近似一般的细菌，不同的特点仅是其细胞壁柔软和不坚韧。粘细菌有较复杂的生活史，即包括有营养世代和繁殖世代，这样的生活史和粘菌的羣生粘菌 (*acri-^asiaeae*) 的生活史极为近似，因此，認為粘细菌是简单细菌和粘菌间的微生物。

螺旋体在繁殖菌内的地位比较孤立，一般细菌内虽有螺旋状的，但细菌的胞壁坚韧产生鞭毛，而螺旋体的柔软无鞭毛，它们形态上的共同特点是单细胞和有螺旋，以及都是借裂殖的。螺旋体的构造较复杂，其行动方法又极近似原生动物。它们被認為是简单细菌和原生动物之间的微生物。

原生植物再进化，就进入了生物进化的第三个阶段，细胞原生质分化为细胞和细胞核。

这个阶段的低级形态是低等动植物，包括有藻类、真菌、粘菌和原生动物。

更进一步的进化，就沿着植物和动物两个方向，发展为高等植物和高等动物(图1—7)。

二、细菌分类用的特征

按克氏的系统分类，根据细菌的形态大致可以将细菌分到科和属，但是细致具体的分类，如果仅只靠形态特征就远远不够了。为了进行正确细致的分类，人们采用了各种特征。

(一) 形态特征 包括个体形状大小，细胞连接情况，革兰氏染色反映，细胞内含物，运动性，鞭毛数目及着生部位，芽孢的有无和芽孢形态，个体发育中形态变化的规律等。

(二) 培养性状 在固体培养基上，表面菌落的形态，包括菌落结构、大小、形状、颜色、光泽、表面特征、边缘特征(图1—8)、生长速度。在固体培养基里埋藏菌落的形态。在液体培养基中的培养性状要检查是否浑浊，有无表面生长(菌膜)，有无沉淀。

个体形态和培养性状常随不同生活条件而有些改变。为了便于比较，应采用相同的培养基(一般尽可能采用牛肉汤蛋白胨培养基)和相同的培养条件。

(三) 生理特性 如果有有机营养的细菌，要检查它能够利用那些简单或复杂的碳水化合物

物；如果是无机营养（異养）的細菌，要檢查它的能源特点。

氮素营养特征首先鉴别它能否在蛋白胨培养基，合成培养基（只含无机氮）和无氮培养基上生长。再进一步鉴别它是否需要特殊的氨基酸或維生素。

以明胶培养基檢查細菌水解明胶的特征（图1—9）。

以牛乳为培养基檢查細菌能否凝固牛乳，能否胨化牛乳蛋白質，产生酸性还是碱性，有没有还原石蕊。

以蛋白胨为培养基，檢查細菌能否产生 H_2S 、 NH_3 、有没有产生吲哚或乙酰甲基醇（ $C_6H_5CH_2CHOHCH_3$ ），有没有还原 NO_3 还原 NO_2 或 N_2 的特性。

发酵各种有机質产酸产气的能力。

此外，好气性和嫌气性，适宜的温度及酸度反应范围，在自然界分布的生态情况，以及寄生性和致病性，血清反应，对于某些抗菌素的敏感性和抵抗性，产抗菌素的特性，对一定噬菌体的敏感性和抵抗性等，也可被利用到分类鉴定工作中来。

三、細菌和放綫菌的分类法

在植物分类中的原生植物分为两个类羣：裂殖菌类和裂殖藻类。裂殖菌类的特点是分裂繁殖的无叶绿素的有机体。这一类羣包括放綫菌和細菌，裂殖菌类的分类目前有两个系統，一是苏联人克拉西里尼科夫（Н. А. Красильников）著的“細菌和放綫菌的鉴定”。一是以美国研究者为主的，分工編写的書——“細菌鉴定手册”

（一）克拉西里尼科夫的分类法

克氏将裂殖菌分为四綱：

A 放綫菌綱（Actinomycetes）——細胞菌絲状，杆状或球状。没有明显的細胞核。革兰氏染色正反应。不能运动。高級代表在正常生活情况下有明显的分枝，形成菌絲体。

B 眞細菌綱（Eubacteriae）——細胞中沒有明显的細胞核。杆状，少数为球状，弧状、螺旋状。細胞僵硬，不能弹动，在正常生活情况下不分枝。能运动或不能运动，运动主要依靠鞭毛，有些种形成芽孢（内生孢子）而大多数种类不生芽孢，不生芽孢的种类大多数是革兰氏染色質負反应。

C 粘細菌綱（Myxobacteriae）——細胞杆状或球状，有弹性，能曲能伸可以改变形状。没有鞭毛，賴“蠕动”运动。

D 螺旋体綱（Spirochetes）——有弹性的螺旋状細胞，沒有坚硬的細胞壁，能运动，运动依靠有弹性的菌体本身。或者依靠纖維状的膜或鞭毛进行。（本綱是动物寄生性的，不加以介紹）

I、放綫菌綱（共分三目）

1 放綫菌目（Actinomycetales）——菌絲体高度发达，形成分枝，在这一目的低級种类中，菌絲可以全部断裂，形成許多形状大小相似的孢子，高級种类中則开始有营养体和繁殖体的分化，一部分菌絲的末端形成一串或一些单个的分生孢子。菌絲体和孢子都不能运动。都是革兰氏染色正反应。沒有細胞核，菌絲很細，直徑只有0.5—1微米。孢子球形，方形或短杆形。孢子脱离母体单独存在时，和一般細菌很难区别。

放綫菌目分两科：

①放綫菌科（Actinomycetaceae），本科分两屬：

原放綫菌屬（Proactinomyces）在生活史中表现为多形态。幼年培养是紧密的菌絲体。菌絲有分枝，其后菌絲可以全部断裂，形成球状，杆状或分枝状的菌体，很难和一般細菌

菌区别。

放线菌属 (Actinomyces) 形成紧密的菌丝体。在基質上一部分菌丝侵入基質 (基質菌丝)，一部分菌丝体伸向空中，成为气生菌丝。有些气生菌丝分化成为分生孢子梗，頂端着生鏈状的分生孢子絲。分生孢子絲特殊的形状，是分类鉴定的主要性状之一。

② 小单孢菌科 (Micromonoporaceae) 本科只一属，小单孢菌属 (Micromonospora) 菌絲末端形成分枝或不分枝的分生孢子梗。分生孢子梗上生小梗，每小梗上形成一个球形孢子，在基質上生长的菌絲与放线菌属的种类相似。

2 分枝杆菌目 (Mycobacteriales) —— 本目只有一科，即分枝杆菌科 (Mycobacteriaceae) 細胞杆状或球状，在它們的个体发育过程中，表现出或强或弱的分枝形状。不能运动，一般为格兰氏染色正反应。乳酸杆菌 (属 乳酸杆菌属 Lactobacterium) 和白喉病原菌，結核病原菌 (属 分枝杆菌属 Mycobacterium) 等都属于这一科。

3、球菌目 (Coccales) —— 这目也只是一科，即球菌科 (Coccaceae)；这一科包括不能运动的，一般是革兰氏染色正反应的球形細菌 (只一属例外)。在个体发育过程中，沒有外形的改变，細胞单生，成对，成鏈，或成規則的四联状和八联状。分类学就按照这些性状分成六属：

(1) 小球菌属 (Micrococcus) 細胞单生，或成不規則的葡萄穗状。

(2) 双球菌属 (Diplococcus) 細胞成对。

(3) 鏈球菌属 (Streptococcus) 細胞連結成鏈状。

(4) 八联球菌属 (Sarcina)，細胞連結成迭状。

(5) 亚硝化球菌属 (Nitrosococcus)，細胞球形，大、不能运动。化能营养，氧化氮为亚硝酸。

(6) 奈氏球菌属 (Neisseria) 革兰氏染色負反应，都是寄生性的。

按克拉西里尼科夫的意見，認為放线菌綱是在系統发育过程中有直綫发展关系的一羣微生物。即球菌目 → 分枝杆菌目 → 放线菌目。

I、真細菌綱 (Eubacteriae)

真細菌綱分为四目：

1 真细菌目 (Eubacterales) —— 杆状、球状或螺旋状的細菌，一般能运动，細胞单生或成鏈，这一目包括的种类很多。

2 铁細菌目 (Ferribacterales) —— 单細胞或成菌胶团，不形成多細胞的絲状体，包括球状或杆状的铁細菌。

3 硫細菌目 (Thiobacterales) 单細胞，細胞很太，外形极不一致，球状、杆状或紡錘状。体内有硫磺小滴。无机营养、氧化硫化氢为硫酸。

4 衣細菌目 (Chlamyrobacterales) 多細胞的絲状体，体外有粘液物質形成的鞘套。生活于水中，固定于基質上或浮生。运动或不运动。沒有鞭毛，运动由于反座或顫动。多細胞，絲状的铁細菌和硫磺細菌属于此目。

真細菌目分为六科，可以按照下列檢索表区别：

- | | |
|----------------------|--------|
| 1. 細胞球状，有鞭毛，能运动..... | 活动球菌科。 |
| —— 細胞杆状或螺旋状..... | 2 |
| 2. 細胞杆状..... | 3 |
| —— 細胞螺旋状或弧状..... | 細菌科。 |

3. 形成芽孢.....芽孢杆菌科
 ——不形成芽孢.....4
 4. 有光合色素，能行光合作用.....綠硫杆菌科
 ——不能行光合作用.....5
 5. 細菌极端生鞭毛.....极毛杆菌科
 ——細菌周身鞭毛.....杆菌科

眞細菌各科分別介紹如下：

一、活动球菌科 (Planococcaceae)

本科包括各种有鞭毛，能活潑运动的球菌。本科与球菌科的主要区别就在于能运动有鞭毛。分两屬：

活动球菌屬 (Planococcus)

活动八迭球菌屬 (Planosarcina)

二、极毛杆菌科 (Pseudomonadaceae)

本科包括不形成芽孢，沒有光合作用，革兰氏染色負反应，极端生鞭毛的杆菌。借助于鞭毛能活潑运动。克氏把一般腐生的和寄生的，沒有特殊生理功能的种类統归为一屬——极毛杆菌屬 (Pseudomonas) 而把一些形态上和极毛杆菌相类似，但又具有特殊功能的，分列为七屬：

极毛杆菌屬 (Pseudomonas) 腐生或寄生

根瘤菌屬 (Rhizobium)，与豆科植物共生，形成根瘤，可以在共生情况下固定氮气。

醋酸菌屬 (Acetobacter)，具有醋酸的发酵特殊功能，高度好气性。

固氮极毛杆菌屬 (Azotomonas) 独立生活，能固定氮气。

亚硝酸菌屬 (Nitrosomonas)，化能营养，氧化氨为硝酸。

硫化极毛杆菌屬 (Sulfomonas)，化能营养，氧化硫化氢、硫磺、硫代硫酸盐为硫酸。它与杆菌科的硫菌屬 (Thiobacterium) 的区别是，前者个体小，极端生鞭毛，后者个体較大，周生鞭毛。

紅色极毛杆菌屬 (Rhodospirillum rubrum)，具有光合色素 (菌紫素和菌綠素) 的极毛杆菌。

三、杆菌科 (Bacteriaceae)

杆菌科和极毛杆菌科的主要区别在于前是周生鞭毛，后者是极端生鞭毛的。本科是革兰氏染色負反应，无芽孢，周生鞭毛，能运动的杆菌。少数无鞭毛不能运动，本科的典型屬是腐生的或寄生的杆菌屬 (Bacterium)。共包括五屬：

杆菌屬 (Bacterium)，沒有以下四屬的特殊特征。

色杆菌屬 (Chromobacterium)，培养体有色素。

固氮菌屬 (Azotobacter)，独立生活时能固氮的周生鞭毛的固氮細菌。

硫菌屬 (Thiodacterium)，化能营养，有硫化作用。

发光菌屬 (Photobacterium)，培养体发光。

四、綠硫菌科 (Chlorodacteriaceae)

杆状或球状的細菌，有光合色素，能进行光合作用。生活于富含 H_2S 的淤泥中。分成两屬。