

A. J. 薩里 著

細菌学基本原理

~~5-82-37~~
○939.1
2789

細菌学基本原理

(第四版)

A. I. 薩里 著

黃梧芳 張鏡宇 曹暉 譯

科学出版社

1964

A. J. SALLE
FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF BACTERIOLOGY
McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC., 1954

內 容 簡 介

本书共分三十章,全面論述了細菌学的各个方面的問題,前十章是專門討論显微鏡、染色剂、培养技术、环境对細菌的影响、灭菌作用及消毒和消毒剂等方面的基本問題,十一章到十五章討論了細菌的生理問題,涉及到营养、酶、呼吸、蛋白質水解和腐敗、碳水化合物发酵等,十六章到十八章論述細菌的遗传变异与分类問題,十九章到二十四章介紹空气、海洋、牛乳、食品及土壤細菌学的最一般問題,二十五章到三十章分別闡述各种細菌病和病毒病。本书可供医学院校、农业院校和綜合大学生物系师生以及有关科研工作者参考。

細菌学基本原理
(第四版)

A. J. 薩里 著

黃梧芳 張鏡宇 曹暉 譯

*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1964 年 3 月第 一 版	书号: 2855 字数: 891,000
1964 年 3 月第一次印刷	开本: 787×1092 1/16
(京) 0001—4,900	印张: 37 4/9 插页: 3

定价: [科七] 5.90 元

序 言

一個人未能做到的事，由另一人來完成，在這一時代中不明瞭的事，在隨後的時代中得到澄清，科學和藝術並非同一性質，但通過重複的討論和琢磨，卻逐漸形成和定型……並且，我一次又一次地摺合和搓揉着這新事物，鼓勵並同情着它，為隨我而來的人開闢某些方便之門，以便使他易於從這新事物獲益，我為他使這新事物更柔順、更易處置……而第二人又將為第三人照這樣地努力。

Michel De Montaigne

本書已徹底修訂過，並完全重寫，以求把它的内容提到現時為止。修訂時涉及到每一章。要指出已經做過的重大修改，就是指差不多包羅了本書的全部。

作者企圖只收入正確可靠的基本材料，以便初學者在更深入研究這個科目的時候能得有牢固的基礎。所有各種現象的解釋則尽可能收入本書。

許多材料是第一次出現的，並且在它可作為事實而被接受之前，可能還需其他人的評價。學生應當注意不要不加批判地接受可能並非鞏固地確立的觀點。相信，由現代的科學和教育所提供的訓練應證明是宜於培養善於批判的、好鑽研的學生的。

重點放在運用化學來對細菌的組成和由細菌產生的反應作較清晰的瞭解。學生可能想象地追求沒有本書中所包含的化學的細菌學，而講授者可能希望在開始的課程中除去多數化學內容。在細菌學的某些方面問題來說，可能不一定要把重點放在化學上。然而，為了那些好鑽研的學生，本書還是把它包括進去。這些學生為了更清楚地瞭解這個科目，特別是為了要適當發展極需要化學知識的細菌學某些方面問題，很可能想要這個部分。

在本書中還增加了許多新的插圖，同時，許多舊的插圖也為新的和較妥善的插圖所代替。用於插圖的原始材料是經過很仔細的整理的，並用我們所掌握的全部技術進行攝影。

全書中所用的細菌的分類大綱和生物名稱根據美國公認的標準：Bergey 著“細菌學鑑定手冊”第六版一書。作者對主編 Robert S. Breed 博士允予從該書中摘錄深表謝意。

A. J. 薩里

目 录

序言	iii
第一章 緒論	1
第二章 显微鏡	7
第三章 生物学染色剂	24
第四章 細菌形态学	46
第五章 酵母菌	73
第六章 霉菌	98
第七章 純粹培养的技术	120
第八章 环境对細菌的影响	135
第九章 灭菌作用	164
第十章 消毒与消毒剂	176
第十一章 細菌的营养	203
第十二章 細菌的酶	236
第十三章 細菌的呼吸	275
第十四章 蛋白質的水解作用和腐敗作用	311
第十五章 碳水化合物及其他化合物的发酵	328
第十六章 細菌的鉴定和分类	356
第十七章 細菌的变异	380
第十八章 細菌的联合	391
第十九章 空气細菌学	401
第二十章 海洋細菌学	418
第二十一章 水的細菌学	430
第二十二章 乳及乳制品細菌学	452
第二十三章 食品細菌学	479
第二十四章 土壤細菌学	497
第二十五章 侵染和免疫	536
第二十六章 人类的細菌疾病	559
第二十七章 細菌病毒	597
第二十八章 植物的細菌病和病毒病	605
第二十九章 人的病毒病	613
第三十章 人类的立克次氏体病	628

• v •

内容索引检字表·····	637
内容索引·····	638
学名索引·····	652
人名索引·····	661

第一章 緒 論

細菌学 (Bacteriology) 是一种从事于研究称为細菌 (bacteria, 单数是 bacterium) 的科学的科学。微生物学 (Microbiology) 按其最广泛的意义是从事研究植物和动物两者中所有各种微生物 (例如: 細菌、酵母菌、霉菌、藻类和原生动物) 的科学。目前的傾向是将此术语只限于那些和最低等的植物学类羣或植物生命类羣一起分类的生物。“微生物 (microbe)” 这个名词是从法文而来, 意思是指显微鏡下的生物 (microscopic organism) 或微生物 (microorganism)。按一般用法, “病菌 (germ)” 一詞涉及一些微生物, 特別是一些病原細菌或致病細菌。它可能与細菌 (bacterium) 同义。虽然本书包括一般微生物的討論, 但内容的大部分将致力于属于細菌生物的研究。

人类經常在区分事物, 曾經将有生命的生物归入植物界或动物界。大多数有生命的生物具有这一个界或另一个界的特征, 并能明确地区分开来。然而, 細菌和其他的微生物是居間的或者属于边缘的类型, 并且显示植物和动物二者的特征。因此, 不可能将它们归入植物界或动物界。

Haeckel (1884) 认为, 如果細菌列入一个新的界, 就可以避免很大的混淆。他称这个新界为原生物 (Protista)。他将分入两个旧界有困难的所有微生物 (如酵母菌、霉菌、細菌、原生动物和藻类) 都列入这个界。他的建議未得到广泛的承认, 而 Haeckel 最后也放弃了这个观念。不論細菌和其他微生物是植物或是动物, 只要它們的基本特征曾被研究过, 而且是了解的, 毕竟, 这是毫无影响的。

植物的分类

細菌属于已知生命中最简单的类型, 所以显示植物和动物两者的特征。它們通常被归入植物界。这完全是为了方便而不意味着它們与植物之間的关系必然比动物更密切。

植物界可以分为如下 4 个門 (phyla, 单数是 phylum):

- I. 藻菌植物門 (Thallophyta)
- II. 苔蘚植物門 (Bryophyta)
- III. 蕨类植物門 (Pteridophyta)
- IV. 种子植物門 (Spermatophyta)

門 I. 藻菌植物門 (Thallophyta)。植物界的一个部門, 包括: (1) 藻类, (2) 真菌 (細菌、酵母菌和霉菌), (3) 地衣。比較简单的类型是单細胞的; 在比較高等的类型中, 植物体是一种叶状体 (thallus), 一般不分化为根、茎、叶。

亞門 I. 藻类 (algae)。自养性的藻菌植物, 含有叶綠素。

綱 I. 藍藻綱 (Cyanophyceae), 藍綠藻。是单細胞的或絲狀的具有原始结构的植物。多数

为蓝绿色,并且营养是自养性的。在潮湿的土壤、岩石、树木、淡水或海水中可发现它们。通过细胞分裂进行繁殖。

綱 2. 鞭毛(綠)藻綱 (Flagellatae), 鞭毛生物类。鞭毛生物是具有一个真正细胞核的微小的单细胞生物。细胞借一个或一个以上的纤毛(鞭毛)来运动。纵分裂增殖。

綱 3. 綠藻綱 (Chlorophyceae), 綠藻。綠藻自由或固着出现在淡水或潮湿的地方。有些类型是好气的,并且能够忍耐完全的干燥。由于绿色的叶绿素未被其他的色素所遮蔽,它们呈鲜绿色。借无性繁殖和有性孢子增殖。

綱 4. 紅藻綱 (Rhodophyceae), 紅藻。叶绿素被红色色素藻红朊(phycoerythrin)所遮蔽,在有些情况下又被藻青朊(phycocyan)遮蔽。紅藻是海洋植物,并且呈现非常美丽的形状和色量。它们以丝状体的特殊生长物或盘状的吸盘附着。叶状体在形状上显示出很大的变异。孢子囊(sporangia)通常发育4个无性的,不能运动的孢子[spore, tetraspores (4联孢子)]。有性繁殖是卵配的(oögamous),是由有性孢子发育的结果,与4联孢子不同。

綱 5. 褐藻綱 (phaeophyceae), 褐藻。褐藻多半是海洋植物,个体常常很大而形状多变化。叶绿素被胡萝卜素,叶黄素,特别是一种棕色的类似叶黄素的岩藻黄素(fucoxanthin)所遮蔽。

綱 6. 等片(硅)藻綱 (Diatomaceae), 硅藻。硅藻包括一大群单细胞的藻类。它们大量在淡水和海水以及潮湿的土壤中发现。细胞在形状上表现巨大变化。细胞壁富有硅质,在有机体死亡后继续保留象一个骨骼,形成硅藻土。每一个单个的细胞是由两个半壳(英瓣)所组成而有迭套的边缘(沟带)。以纵裂方式增殖。

綱 7. 接合藻綱 (Conjugatae), 具有单核细胞的純綠藻。它们全部是接合类型。是淡水藻的一个变异的类群,单细胞或具有独立的不分枝的丝状体。值得注意的是这类藻缺乏任何无性的孢子形成的方法。

綱 8. 輪(綠)藻綱 (Characeae), stonewarts。stonewarts 发现在池塘和沟渠中,有时形成一英尺高的真正的草地。它们有联结的茎,在节处有輪生的叶,并产生复杂的两性繁殖器官。

亞門 2. 真菌 (Fungi)——細菌,酵母菌和霉菌。

綱 9. 裂殖菌类 (Schizomycetes), 細菌。这种生物是单细胞的,没有真正的叶绿素,正常的增殖是横分裂或二分裂。少数种含有一种称做細菌叶绿素的光合作用色素(photosynthetic pigment),它的功能类似叶绿素。细胞可以是球形的,圆筒形的,逗点形的,螺旋形的或丝状的,并且常常联接成鏈或平面,或是立方形的聚集体(aggregate)。

綱 10. 粘菌綱 (Myxomycetes), 粘菌。粘菌发生在潮湿的土壤和腐烂的植物营养体上,由裸露的原生质块组成。它们的形体常常很大,不含叶绿素,表现一种緩慢的匍匐运动。借形成封闭的含有无性孢子的孢子囊行有性增殖。

綱 11. 藻菌綱 (Phycomycetes), 藻菌。是包括寄生或腐生生物的一个大綱。植物体躯包括了由一种未分化的原生质块到多分枝和发育良好的菌絲(mycelium)。营养菌絲一般无分隔。主要是借形成分生孢子(conidia)或孢子囊,行无性繁殖来增殖这个类群表现各种过渡的类型:从无性孢子的形成,經简单形式的接合直到在較高等的种内的以卵和精子的完全有性繁殖。

綱 12. 子囊菌綱 (Ascomycetes), 子囊菌。这是一个大綱,是以有隔菌絲和在子囊(asci)内

产生孢子为区别的較高等的眞菌。它包括許多类霉菌。酵母菌 (yeasts) 是一群单細胞的眞菌, 通常包括在子囊菌綱內。它們借苗芽 (budding), 裂殖 (fission), 形成无性孢子和接合作用 (copulation) 进行繁殖。

綱 13. 担子菌綱 (Basidiomycetes), 担子菌。这是包括具有有隔菌絲和在担子 (basidium) 上产生孢子的特征的一个大的眞菌綱。也形成厚垣孢子 (chlamydospore)。較低等的担子菌包括許多寄生在植物上的眞菌。

綱 14. 半知菌类 (Fungi Imperfect)。这一类眞菌由于它們沒有能明确分辨的子实体 (fruiting body), 而从其他眞菌区分出来。它們既不产生子囊, 亦不产生担子, 而只有分生孢子。不能列入藻菌綱, 子囊菌綱和担子菌綱的眞菌都列入这一类。

亞門 3. 地衣 (Lichens), 复合的植物。

綱 15. 地衣 (Lichens)。地衣是一种由霉菌和藻类共生生活所組成的复合的生物。霉菌由藻类获得营养物質, 同时藻类轉过来保护霉菌使不受外来的伤害或不被暴露。地衣的結实 (fructification) 是由霉菌所产生, 而不是藻类, 后者通常是营养性的。植物性指示剂石蕊色素 (litmus) 系来自一种地衣。

門 II. 苔蘚植物門 (Bryophyta), 植物界的一个部門, 包括地錢 (liverworts) 和蘚 (mosses)。它們以具有复杂构造的頸卵器 (archegonia) 和一定程度上分化成茎和叶为特征。这一类植物在构造上表現一定的相似点, 一方面与蕨类植物門 (pteridophyta) 有联系, 而在另一方面与藻菌植物門 (thallophyta) 有联系。

綱 1. 苔綱 (Hepaticae), 地錢。这一綱包括眞正的地錢和鱗蘚 (scale mosses), 它們往往是微小的蘚状的植物。配子体 (gametophyte) 由一种簡單的叶状体 (thallus) 或一种叶状芽 (thalloid shoot) 所組成。地錢生长在潮湿的地方, 旧木桩, 树干等上面, 并具有一种适应潮湿的結構。只发现有少数眞正的水生类型。有些脆弱的类型生长在蘚类植物之中。在叶状体上雄器 (antheridia) 和頸卵器 (archegonia) 成各式各样的发育。

綱 2. 蘚綱 (Musci), 蘚类。蘚类包括大量发现世界各地的类型。它們的特征是微小的, 多叶的, 常常丛生的产生性器官的茎, 性器官发育出卵孢子 (oöspore)。卵孢子发育为裸露的茎状的柄囊 (stalked capsule), 內含无性的孢子。无性孢子萌发而形成一种称为“原絲体 (protonema)”的結構, 在原絲体上, 配子母細胞或蘚类植物本身是以苗芽为开端的。蘚类植物可在干燥的土壤上, 岩石上, 树干上, 沼地中, 热带森林中和水中发现。

門 III. 蕨类植物門 (pteridophyta), 植物界的一个部門, 包括羊齿植物 (fern), 水生羊齿植物 (water ferns), 木賊 (horsetails) 和石松 (club mosses)。它們表現为隱花植物的最高等类型, 具有发育良好的維管束和分节系統 (tegumentary systems), 并且能完全分化出根、茎、叶。孢子体 (sporophyte) 是显著的世代, 配子体退化为小的叶状体, 称为原叶体 (prothallium), 具有頸卵器和雄器。除了少数乔木羊齿植物 (tree ferns) 外, 事实上所有的蕨类植物都是草本的。

綱 1. 裸蕨綱 (Psilophytineae)。这一类植物被認為是最原始的蕨类植物。它們沒有叶子或有小叶。孢子囊頂生而不在叶上。它們是同形孢子的 (isoporous)。

綱 2. 石松綱 (Lycopodiaceae), 石松。叶小。孢子囊单独着生在孢子叶 (sporophyll) 的上表面。它們可能是同形孢子的或异形孢子 (heterosporous) 的。游动精子 (spermatozoid) 是双鞭毛的。

綱 3. 松叶兰 (Psilotineae)。叶小。缺根。孢子囊是多室的, 着生在孢子叶的上表面。它們

是同形孢子的。游动精子是多鞭毛的。

綱 4. 木賊綱 (Equisetineae), 木賊。叶小并且輪生。多个孢子囊着生在孢子叶的下边。它們可以是同形孢子或异形孢子的。游动精子是多鞭毛的。

綱 5. 水韭綱 (Isoetineae)。叶按与茎的比例来说是大的。孢子囊单独着生在孢子叶的上表面。它們是异形孢子的。游动精子是多鞭毛的。

綱 6. 羊齿綱 (Filicineae), 羊齿植物。叶大。多个孢子囊着生在叶的下边。它們可能是同形孢子或是异形孢子的。游动精子是多鞭毛的。

綱 7. 蕨类种子类 (Pteridospermae), 种子羊齿植物 (seed ferns)。叶大。它們是异形孢子的。多个小孢子囊 (microsporangia) 着生在孢子叶的下边。大孢子囊 (macrosporangia) 仅含 1 个大孢子 (macrospora)。

門 IV. 种子植物門 (Spermatophyta), 植物界 1 个包括种子植物的部門。这是最大的一类植物。这一类植物以显著发育的孢子体 (sporophyte), 具有显著分化的根、茎、叶、花等, 配子体极退化, 以及种子的发育等为其特征。这一类植物全部是异形孢子的。卵細胞經由小孢子所放出的花粉管或游动精子进行受精作用。

亞門 1. 裸子植物亞門 (Gymnospermae), 結毬果的植物 (Cone-bearing plant), 松树, 榿树 (hemlocks) 等等。这一綱包括具有裸露的种子或种子不被子房包裹的植物。在有些植物中, 受精作用是以游动精子来完成的。

亞門 2. 被子植物亞門 (Angiospermae), 显花植物。这种植物具有封闭在子房内的种子。这类植物包括极大多数的种子植物。

綱 1. 双子叶植物綱 (Dicotyledoneae), 具有 2 片子叶。包括大多数显花植物。网状叶脉。維管束在茎內形成圓柱状。花的各部分基数通常为 5、4 或 2。

綱 2. 单子叶植物綱 (Monocotyledoneae), 具有 1 片子叶。包括禾本科、百合科、兰科、棕櫚科等。叶脉平行, 維管束散生在茎內。花部基数为 6 或 3。

細菌 的 分 布

細菌广泛地分布在自然界, 几乎各处都有发现。它們存在在靜止的池塘中, 沟渠中, 流动的溪水和河流中, 海水中, 垃圾和肥堆中, 土壤中, 空气中, 深藏在地层里的石油中, 食物中, 各种腐烂的有机物中, 体軀表面, 体腔內以及人和动物的腸道內等处。細菌在各个地方数目的变化取决于环境条件。

有些細菌常出現在一定的地方。在一种特殊的环境中通常出現一个或一个以上的种, 就被認為是那种环境的自然羣落。例如, 牛乳的正常酸化是被乳香鏈球菌 (*Streptococcus lactis*) 所引起的, 它是一种微生物, 存在在母牛的粪便中和体表上, 并在挤乳时进入牛乳。实际上每 1 个牛乳样品都含有这种細菌。

土壤中的細菌 存在在土壤內的細菌的数量和种类决定于土壤的类型, 植物和动物殘片 (腐植質) 的量, 酸度或碱度, 深度, 水分含量和处理等。大多数土壤細菌发现在土壤的表层。細菌的数量随土层深度因氧气和营养物質的不足而递减。肥沃园土內含有的細菌多于贫瘠和未开垦的土壤。

空气中的細菌 在大气中可发现細菌, 它們主要是被气流所携带。細菌不能在大气中生长和增殖, 因为大气中的条件对生长和增殖不适合。大气中沒有正常大

气羣落这一类的細菌。大气中細菌的数量与种类决定于位置,湿度,尘埃微粒,气流和毒气的存在。离海岸很远的大洋上空的空气同样也有微生物存在。一般情况下,海面空气中所含的微生物少于陆上空气中所含的微生物。高山上面的空气中通常是沒有細菌的。城市和乡村空气中細菌的种类和数量是不同的。滿是灰尘的房間,細菌的数量一般比沒有灰尘的房間要多得多。細菌經常粘附在灰尘的微粒上。这就是說,悬浮在空气中的微粒愈多,細菌污染的范围也就愈广。有生活能力的酵母菌、霉菌和細菌的孢子普遍地在空气中发现,这是由于这些孢子体抵抗太阳光的紫外綫能力要比产生它們的营养細胞要强得多的緣故。这些孢子体常是細菌實驗室中空气污染的原因,而且因为它们極耐热,需要高温才能破坏它們。

水中的細菌 大多数水中含有大量的細菌。由于水的来源不同,例如来自深的或浅的井,泉水,江,湖,池塘,河流等,它們所含細菌的数量变化很大。污物弄脏的水,每毫升中可含有数千或数百万的細菌。在某些情况下致病的細菌也可存在。有些細菌的种經常存在在一定的水中,并組成那种水中的自然羣落。海水中的細菌通常比土壤中的少。可能是由于作为細菌的培养基的质量較差。

食物中的細菌 食物中很少沒有活的細菌。有些細菌对发生某些有目的的醱酵是有利的,例如:酒精氧化为醋酸或醋,白菜的乳酸醱酵成为酸菜等等。常常在食物中发现不需要的細菌,并且产生不正常的变化。摄食为特殊的細菌或它們的生长产物所污染的食物,可以发生某些病害和中毒現象。

牛乳中的細菌 母牛的正常乳房大概永不会沒有細菌。这就是說,新鮮的挤出的牛乳不是无菌的。由于在最先挤乳过程中細菌从乳房被冲洗去,最初挤出的牛乳中所含的細菌常比挤乳工作收尾时所收集的牛乳中所含的要多。不論怎样,大多数在牛乳中发现的細菌,主要在于挤乳和手摸时已經进入牛乳。除非牛乳在收集之后立即适当地貯藏起来,不然这些細菌能够产生不可想象的变化,并使牛乳不适于人們的飲食。

身体的細菌 身体的外表或皮肤經常有細菌。同样,在食道和呼吸道內也經常含有細菌。皮肤、腸道和呼吸道含有一定的細菌羣落,它們大多数是无害的。偶而有些种穿入破損的皮肤和腸壁而导致疾病过程的形成。通常細菌被寄主的保护机制所消灭。曾有人說,人腸含量干重的四分之一是由細菌細胞組成的。

大腸埃希氏杆菌 (*Escherichia coli*) 在人的大腸內发现。其他的細菌也存在,但在一个取食混杂饕餮的成年人中,这种細菌占优势。因此,大腸埃希氏杆菌是大腸內主要的自然羣落。随着环境条件的变化,細菌的羣落也发生变化。假使一个成年人的食物从高蛋白的变为高碳水化合物食物,大腸埃希氏杆菌的数量将逐漸減少而被一种大得多的称为嗜酸乳杆菌 (*Lactobacillus acidophilus*) 的細菌所代替。如果这种特別的摄食維持下去,嗜酸乳杆菌将成为大腸內占优势的細菌。

細菌 的 功 能

不了解細菌活性的人,通常認為極大多數細菌是有害的,認為它們在地球上主要

的功能是侵入身体并产生各种疾病。这种说法是完全错误的。绝大多数细菌不仅无害,而且是生物生活所绝对需要的。完全没有细菌,生命是不能存在的。

植物和动物的生存归功于土壤的肥力,而土壤肥力的转化决定于居住于土壤中的微生物的活动。植物从土壤中吸收矿物质状态的营养。它们不能利用象脂肪、碳水化合物和蛋白质等有机化合物。土壤微生物分解人和动物的尸体,使这些有机组分矿化,使它们便于利用。对植物的残体,例如植物的残茬、叶等同样也是如此。没有土壤微生物,植物不能成活和生长,而没有植物,则地球上将没有动物的生命。当然,人是依靠植物和动物而生活的。

某些细菌的种能够从空中取得氮素转化为被植物利用的化合物。在缺乏象动物粪肥、硝酸盐和铵盐等肥料的情况下,如果不是由于这些微生物活动,则土壤中将没有可利用的氮素。植物生长所必需的硫和磷也是由细菌转化为可溶的无机盐而为植物根部吸收。

肥沃的土壤常常可以用含有较大量有活力的细菌而与贫瘠的土壤区别出来。如果土壤中植物残体丰富,含有足量的水分,适合的温度和氢离子浓度(反应),许多细菌就会分解植物和动物的残体,使不可溶的和不能扩散的构成物转化为能被植物利用的可溶性无机化合物。

处理阴沟污物必需细菌。它们使不溶性蛋白质、脂肪和碳水化合物(纤维素)转化为一种无害的可溶性的无气味的化合物。

牛乳酸化是细菌作用的结果。这是制备奶油和各种类型干酪的第一个步骤。干酪制成以增进它的香味和风味。这是细菌和霉菌活动的结果。

各种类型的工业发酵是由于细菌、酵母菌和霉菌在碳水化合物上的作用而发生的。丁酸、丙酮和丁醇是由细菌活动所产生的。乙醇是酵母菌作用而形成的。葡萄糖酸和枸橼酸是霉菌活动的产物。

以上这些仅是自然界中细菌活动所起作用的一些例子。许多其他有用的用途将在本书的各章中讨论。

参 考 文 献

- Brian, P. W.: *Microbiology, J. Roy. Soc. Arts*, **101**: 194, 1953
Coulter, M. C.: "The Story of the Plant Kingdom," Chicago, University of Chicago Press, 1935.
Haeckel, Ernst: "The History of Creation," Vol. II, New York, D. Appleton-Century Company, Inc., 1884.
Hardin, Garrett: "Biology," San Francisco, W. H. Freeman and Company, 1952.
Knobloch, Irving W.: "Readings in Biological Science," New York, Appleton-Century-Crofts, Inc., 1948.
Lawrence, George H. M.: "Taxonomy of Vascular Plants," New York, The Macmillan Company, 1951.
Pauli, Wolfgang F.: "The World of Life," Boston, Houghton Mifflin Company, 1949.

第二章 顯微鏡

細菌小到肉眼不能看見。要看清楚並進行研究，必須高倍放大。因此，顯微鏡對細菌學家和生物學家一般說來是必不可少的。

顯微鏡可認為是一種光學儀器，由一個透鏡 (lens) 或一組透鏡組成，用以擴大或放大微小物體的物象。它的名稱是由 $\mu\kappa\rho\acute{o}s$ (micro) “小” 和 $\delta\iota\sigma\kappa\omicron\pi\epsilon\iota\nu$ (scope) “觀察” 這兩個希臘字所構成的。

簡單的顯微鏡，或單式顯微鏡僅由一個透鏡或放大鏡裝置在架上所成，一般可以調整，並設有台架以放置被觀察的物體和一個反光鏡以反射光綫。複式顯微鏡與單式顯微鏡不同，是由兩組透鏡組成：一組稱為物鏡，另一組稱為目鏡，通常嵌在一個稱為鏡筒的圓筒中 (圖 1)。用一種特殊的螺旋裝置，即微動調焦裝置來校準焦點。複式顯微鏡比單式顯微鏡的放大率要大得多，對於觀察和檢查象細菌這樣微小的物體是完全必需的。

為了最有效地使用顯微鏡，每一個使用顯微鏡的人首先必須了解其中原理。如 A. E. Wright 先生 (1907) 所敘述的：

每一個使用顯微鏡的人都必須確定下述問題：或者他按照經驗方式使用，或者他將找尋一種根據對他的器械進行的研究，以及對顯微鏡技術科學原理的考慮而採取的合理操作方式以代替上述方式使用。

光學的普通原理

光綫通過複式顯微鏡由圖 2 所示。光綫通過聚光器，在平面 I 上的物體和接物透鏡，在平面 II 上形成實象，如果沒有目鏡則成倒象。由於有目鏡 F，光綫被截斷，在

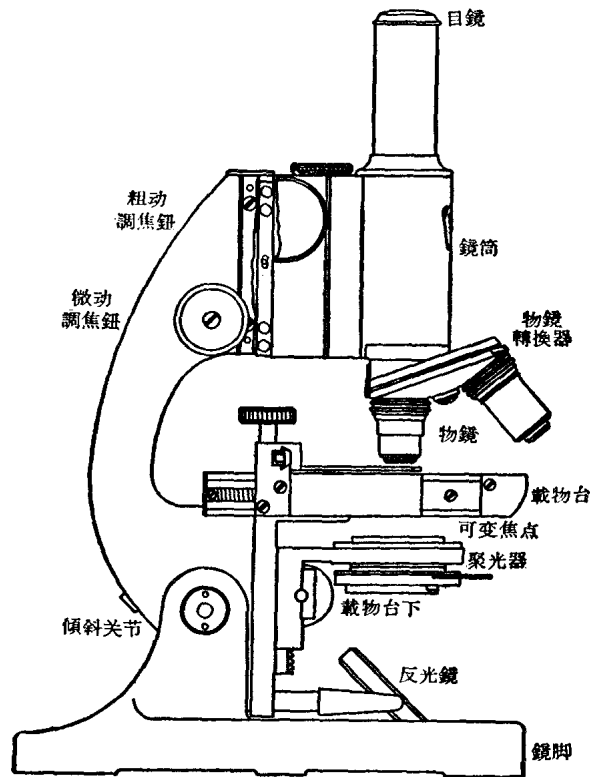


圖 1 複式顯微鏡及其各部分。(得到 Bausch & Lomb 光學公司的許可)

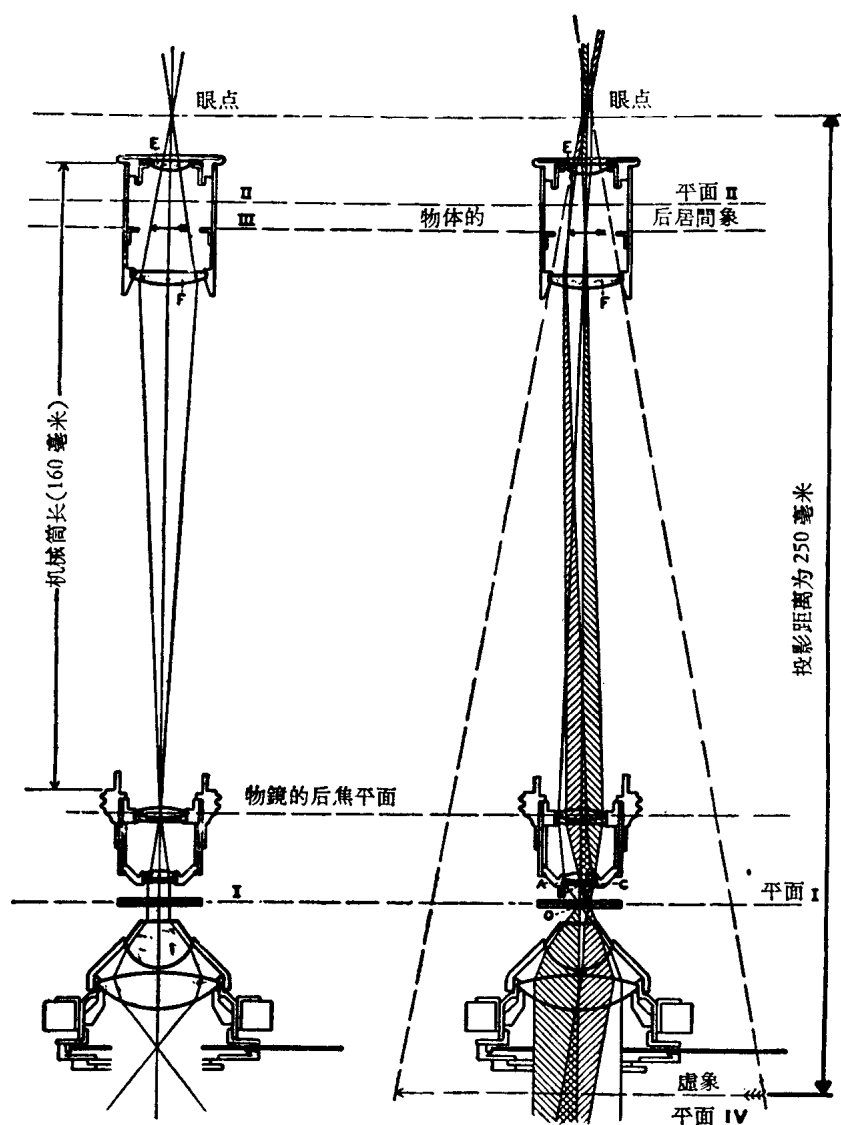


图2 光线通过显微镜时的途径。(转载这一显微镜照象得到 Eastman Kodak 公司的许可)

平面 III 上形成物象。用目镜的接目透镜 E (如同一种单式扩大镜那样并在平面 IV 上形成虚象) 就能观察到实象。虚象(平面 IV) 到眼点间的距离称为投影距离。物体首先被接物透镜放大, 然后被目镜放大。镜筒长为 160 毫米时(大多数显微镜制造者都采用 160 毫米作为镜筒的标准长度), 显微镜的总的放大率等于接物透镜放大率与目镜放大率的积。

上述放大率是距显微镜目镜 10 英寸的毛玻璃片上获得的。如果显微镜的镜筒长度安置适当时, 总的放大倍数可由物镜放大率乘以目镜放大率再乘以目镜与毛玻璃距离的 1/10 而推算出来, 目镜与毛玻璃的距离是以英寸来度量的。例如, 毛玻璃置于距目镜 10 英寸处, 那么总的放大率就只要用目镜和物镜的放大率来度量。如果

毛玻璃放在距目鏡 20 英寸处，則比原来放大率要大一倍。如果放在 5 英寸处，則比原来放大率小 1/2。举特例如下：

物鏡的放大率.....	97 ×
目鏡的放大率.....	10 ×
毛玻璃与目鏡的距离	7 英寸
总的放大率.....	$9.7 \times 10 \times 0.7 (0.1 \times 7) = 679 \times$

用放大率不同的目鏡，或改变抽筒的长度，可将物体放大到几乎是任何各种倍数。即使显微镜的放大率能大大地增加，但是可見的細微程度，由于受光結構的严格限制，并不能增大。

光的結構 一般均认为，光綫是靠以太的波动由一发光体传到入眼中或其他物体上的。此即所謂光的波动理論。光波的速率約为每秒 186,300 英里，并且光波的振动是与光波运动的发散方向呈垂直的。

当白色光綫通过三棱鏡时，可获得由几种顏色构成的光譜，由深紅色，桔黄色，黄色，綠色，蓝色和深蓝色直到深紫色。我們知道各种顏色光綫的波长是不同的，在可見光譜中，紅色光波最长，而紫色光波最短。

光波的长度是一个波峯到另一波峯的距离（图 3）。計算波长的单位为埃（angstrom）（ $\text{\AA}$ ），其长度为 1/10,000,000 毫米，或者約等于 1/250,000,000 英寸。可見光譜与相应的以“埃”为单位的光波长度可用图 4 表明。波长范围为 4,000 到 7,000 $\text{\AA}$ 的可見光波可大略分为三部分：蓝色-紫色由 4,000 到 5,000 $\text{\AA}$ ；綠色由 5,000 到 6,000 $\text{\AA}$ ；紅色由 6,000 到 7,000 $\text{\AA}$ 。

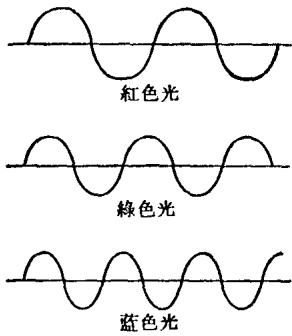


图 3 不同顏色光綫的波长。

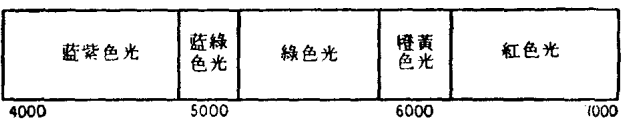


图 4 可見光譜的光綫及其相应的波长。单位为埃（angstrom）。

物 鏡

物鏡是显微镜上最重要的透鏡，因为它能形成或是破坏最后的物象。接物透鏡的主要作用为：（1）集中由物体任何一点发出的光綫，（2）将光綫联合到物象点上，（3）放大物象。

鏡口率* 物鏡的鉴别能力决定于它能明显地分辨一个物体結構中两个相距很近的微小部分的能力。量度物鏡鉴别能力的是鏡口率（N. A.）。鏡口率愈大物鏡

* 数值口径（Numerical Aperture）。——譯者注

的鉴别能力也愈大,看得也愈清楚细致。

由于物鏡精細的限度或鉴别能力,被光綫的結構所固定。因此,比可見光綫的最短波长更小的物体不可能看見。为了观察这种微小物体,必須用短波光綫。不可見的光綫,如紫外綫,比可見光綫的光波要短,但是,由于这些光綫不能用于实际观察(仅能用于摄影),它們的用处是有限的。

光通过显微鏡所形成的物象不是一点,而是光綫衍射光闌(diaphragm)的結果,形成由許多同心的暗环和亮环所圍繞的明亮視面。中央視面的中心亮度最強,直到边緣,亮度即迅速減弱。光的物象椎体是由許多同心的暗环和光环所圍繞的明亮視面所組成,称为反对点(負点, antipoint)。如果一个物体的两个独立点与显微鏡透鏡間是等距的,每一点就都产生一个一系列同心的暗环和光环所圍繞的物象視面。如果两个視面完全分开将看得很清楚;但是如果两个物象重迭,則两个視面将混为一个单个,其中心部分是十分均匀的明亮区。因此,这两个視面就不会被看到是分开的物象。尚不能明确地知道,要使两个物象成为可被看到的分开的反对点其最近中心間距离是多少。

由物体 O 发出的光綫形成的 AOC 角增大时(图 2),两个分立的物点的物象的最小距离則縮短。极端光綫(extreme rays)形成的角度称为物鏡的鏡口率。接目透鏡系統形成两个分立的物点的分立物象的能力与这一角的正弦三角函数成正比。用它即能测定物鏡的鉴别能力。然而,实际上采用 AOB 角的正弦,它恰好是 AOC 角的一半。一般用 $\sin \mu$ 表示。由于角的正弦可决定于該角在直角三角形中的对边与斜边之比,因此,

$$\sin \mu = \frac{AB}{AO}$$

光綫在通过物鏡时直接受透鏡前空間的折射率 n 的影响。这是影响物鏡的鉴别能力的另一因素。将这两个因素折射率 n 和 $\sin \mu$ 合并成一个簡單的公式,鏡口率可表示如下:

$$N. A. = n \sin \mu$$

N. A. (鏡口率)的重要性 如果发出的是极窄細的一束光錐(pencil),显微鏡用最大的放大倍数所能看出的最細微的精細度等于

$$\frac{w. l.}{N. A.}$$

其中 $w. l.$ 为光的波长,而 $N. A.$ 为物鏡的鏡口率。物鏡的鉴别能力与照明的光錐的寬度成正比。意即光錐寬度愈大,鉴别能力也愈大。当物鏡的口径全部充滿光綫时,鉴别能力达到最大限度。在这种場合下,鏡口率要大一倍,这时物鏡所能显示的最細微的精細度等于

$$\frac{w. l.}{2 N. A.}$$

例如:光譜最明亮部分的波长为 $5,300 \text{ \AA}$ 。鏡口率等于 1.00 的物鏡,如果用很窄的光錐,它能分辨距离为 $5,300 \text{ \AA} / 1.00 = 5,300 \text{ \AA}$ (一英寸有 4,800 条光綫)的两条光綫,

如果物鏡的口径完全充滿光綫,它能分辨的两条光綫的距离为 $5,300 \text{ \AA} / (2 \times 1.00) = 2,650 \text{ \AA}$ (一英寸有 95,000 条光綫)。

以上情况証明,除非后透鏡充滿光綫,否則物鏡的最大效能不能發揮。取下显微鏡的目鏡,用肉眼观察物鏡的后透鏡可以看到这一点。如果后透鏡完全充滿光綫,那么透鏡的效率才与物鏡上所列数字一致。

鉴别能力 图 5 表示了波长与鉴别能力之間的关系。光的波长愈短,物鏡所显出的視面愈清楚。如物鏡的鏡口率 (N. A.) 为 1.00,并附一黄色滤光片 (5,790—5,770 $\text{\AA}$ 的光透射),則一英寸能看見約 88,000 条光綫,如附一綠色滤光片 (5,460 $\text{\AA}$ 的光透射)則一英寸能看見約 95,000 条光綫,附一紫滤光片 (4,360 $\text{\AA}$ 的光透射),則一英寸能看見約 115,000 条光綫,附一紫外綫滤光片 (3,650 $\text{\AA}$ 的光透射),則一英寸能看見約 140,000 条光綫。

