

高等水产院校交流讲义

微生物学

山东海洋学院編

水产养殖专业用

农业出版社

· 高等水产院校交流讲义

微 生 物 学

山东海洋学院編

水产养殖专业用

农 业 出 版 社

編 者 山东海洋学院 陈世阳
审查单位 水产部高等学校教材工作组

高等水产院校交流讲义
微生物学
山东海洋学院編

农业出版社出版
北京老钱局一号
(北京市书刊出版业营业许可证出字第 106 号)
新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售
中华书局上海印刷厂印刷裝訂
统一书号 13144.107

1961 年 9 月上册制型 开本 787×1092 毫米
1961 年 9 月初版 十六分之一
1962 年 1 月上海第二次印刷 字数 276 千字
印数 1,391—2,890 册 印张 十三又四分之一
定价 (9) 一元二角五分

目 录

第一章 緒論	1
第一节 微生物学的研究对象	1
第二节 微生物学的发展簡史与现状	1
第三节 微生物学发展的方向	5
第二章 微生物的形态学	7
第一节 細菌的一般形态	7
第二节 細菌細胞的构造	9
第三节 細菌的繁殖和菌落的形成	14
第四节 細菌的染色反应	16
第五节 放綫菌的形态	18
第六节 超显微鏡微生物	19
第七节 酵母菌和霉菌的形态	21
第三章 微生物的化学組成与营养作用	24
第一节 微生物細胞的化学組成	24
第二节 微生物的营养作用	26
第四章 微生物的酶和酶的作用	34
第一节 微生物的酶在生命活动中的意义	34
第二节 酶的性质	34
第三节 酶的作用与分类	37
第四节 微生物的呼吸作用和类型	41
第五节 微生物的代謝产物	45
第五章 細菌的分类与鉴定	47
第一节 細菌类的系統发育及在生物界中的地位	47
第二节 种的概念及分类上的基本原則	48
第三节 細菌的分类法和各属的特征	48
第四节 細菌鉴定上的依据	56
第六章 外界环境因素对微生物的影响	59
第一节 物理因素对微生物的影响	59

第二节	化学因素对微生物的影响·····	67
第三节	生物因素对微生物的影响·····	77
第四节	控制环境条件引起微生物定向变异·····	83
第七章	微生物在自然界的分布及其物质的转化作用 ·····	85
第一节	微生物分布的自然环境·····	85
第二节	微生物的生命活动及对自然界物质的转化作用·····	87
第八章	海洋微生物 ·····	111
第一节	海洋微生物的分布·····	111
第二节	海洋细菌的形态与生理特征·····	114
第三节	海洋细菌的经济意义(几种主要元素的转化作用)·····	123
第四节	海洋酵母与霉菌·····	125
第九章	淡水微生物 ·····	127
第一节	淡水微生物的分布类型·····	127
第二节	影响水中微生物变动的因素·····	128
第三节	淡水细菌的检查法·····	130
第四节	淡水微生物与生产上的经济意义·····	132
第十章	传染与免疫的原理及应用 ·····	135
第一节	传染·····	135
第二节	免疫·····	138
第三节	抗原与抗体·····	139
第四节	菌苗、疫苗和抗毒素等的制造及在鱼病学上的应用·····	142
第十一章	水产生物的腐生菌与寄生菌 ·····	144
第一节	鱼类的腐生菌·····	144
第二节	鱼类的病原菌·····	145
第三节	海洋细菌与海洋生物的危害·····	153
	微生物学实验指导 ·····	157

第一章 緒 論

第一节 微生物学的研究对象

微生物学(Microbiology)原名为巴斯德所定,系由希腊字 $\mu\chi\rho\sigma$ (細小的), $\beta\iota\omicron\varsigma$ (生命)与 $Logy$ (科学)三字合并而来,总的意思是研究微小生命活动的科学。

由于微生物是生物类群中最小的有机体,它們的形态和结构是肉眼所看不到的,一般必須借助于显微镜才能观察得到。研究这些微小生命的主要对象是行简单分裂繁殖的单細胞細菌,一些与之相近的放线菌、酵母菌、霉菌以及若干原生动物和低等藻类等。把这些生物类群放在一起叙述,虽然在形态上有些混杂,但它們之間有着极其密切的关系,不仅在研究方法与培养方法上有共同之点,而且在其遺傳及形态进化上充分表现出生物界的进化是由低级到高级,由简单到复杂的特点。

微生物在自然界中分布最广,可以说在地球表面上,除了火山噴发口以外,其他任何地方都有它們的存在,甚至数千米深的海底,十几公里的高空,都有它們的足踪。并且它們的数量也是巨大的,一滴污水中,会有几千万个細菌,一克土壤中有几百万到几亿个微生物。它們不仅分布广、数量大,而且在自然界中,由于它們的生命活动所引起的各种作用,对人类日常生活和生产,无时无刻的不在发生密切的关系。它們对我们水产事业来说,关系也很密切,它們会給我們生产上造成損失也会带来有益因素。

第二节 微生物学的发展簡史与现状

在未发现微生物之前,人类虽然不知有微生物存在,但对微生物就已经有了不少認識。在日常生活中,在生产实践中,我們的祖先在数千年前已积累了不少关于微生物方面的知識,并且应用于生产和消灭疾病。

一、祖国劳动人民的偉大貢獻 我們的祖先远在殷商时代(四千年前)即有造酒技术,周朝“礼記”月令篇中又有酿酒技术的記載。賈思勰著的“齐民要术”书中,即有“黄衣”“黄蒸”等名詞出現,这说明当时已经認識到这种特殊的微生物(即现称的黄曲霉)在酿酒中的作用。其他如漚肥、醃魚、晒网、油船等在生产方面控制微生物的活动实例很多。

种痘預防天花,西洋人归功于真納(Jenner 1749—1823),而真納本人則归功于中国的医药术士。事实上,我們祖先早已发现将生过天花的疮疤,鼻嗅之即有預防之功。另外利用

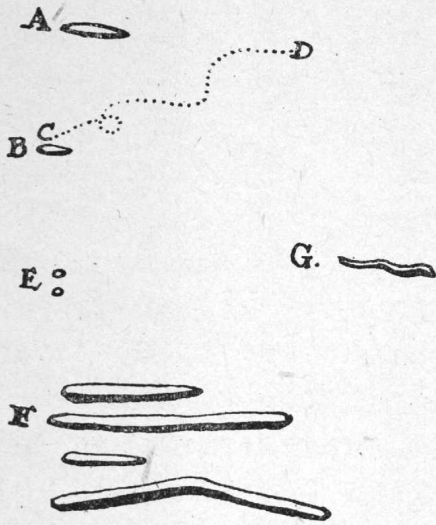


图 1. 1683 年吕文虎克最先描繪的細菌及其活动圖

豆腐上的霉来治疗疮病，这給近代的免疫学和抗生素方面打下了一定基础。

二、微生物的形态学发展阶段 十七世紀末叶，显微镜技术有了发展，吕文虎克(A. V. Leeuwenhoek 1632—1723，荷兰人)利用自造能放大 160 倍的显微镜，来观察污水及牙垢等，从其中发现了許多可活动的微小生物(图 1.)。于是他在 1695 年发表了“自然界的秘密”一书，这是微生物首次发现的記載。其后許多学者都集中于微生物形态的研究，并积累了許多形态上的描述，奠定了微生物形态学的基础。

三、微生物学的生理发展阶段 当 19 世紀的 60 年代以后，这时是資本主义上升阶段，工业及农副产品的加工工业蓬勃的发展起来，資本家迫切需要最高的利潤及保証最大效率，这时微生物学开始由研究微生物形态而轉入研究它的生理活动方面来了，并把这門科学引入广泛应用的道路上去。

巴斯德(Louis Pasteur 1822—1895，法国人，图 2.) 首先研究葡萄酒及啤酒变质的問題，并发现了酒精发酵的酵母菌和創立了巴氏灭菌法，提高了生产率，并保証了品质。

1870 年巴斯德又从事于当时流行的蚕絲病害，并提出了隔离防止傳染的有效方法。此后巴氏广泛地研究人类及牲畜的各种病害。先后在鸡霍乱、动物的炭疽病、和狂犬病等方面，均作出了很大的貢獻。他所用的减弱毒性的病原菌，可以預防甚至可以治疗这些有关的疾病的方法，現已广泛的被应用在医学上。

由上所述，巴斯德在微生物学的发展方面，貢獻是很大的；但在他的許多实验里均証明微生物界的自然发生是不可能的，因而得出一个結論：“沒有一种生物，那怕是构造极低級的生物，一定要由和自己相似的生物而产生，不能由別的物质产生”。因而他否定了自然发生論，强調了生命必須由有生命来的錯誤观点。恩格斯



图 2. 巴斯德(Louis Pasteur)

在自然辯證法中写道：“自然界的一切质变都是通过物质或运动的量的增减而发生的”。斯大林进一步发展了这个理論，在辯證唯物主义与历史唯物主义中写道：“和形而上学相反，辯證法不是把发展过程看做简单的增长过程，看做量变不会引起质变的过程，而是看做由細小的不显露的量变进到显露的变、进到根本的变、进到质变的发展过程，在这个过程中质变不是逐漸的发生，而是迅速的、突然的发生，即表现为一种状态向另一种状态的飞跃式的轉化；质变不是偶然的发生，而是有規律的发生，即由許多不明显的逐漸的量变积累而引起的結果”。这一結論在奥巴林(Опарин)院士“生命起源之化学理論”一文中引証的巴赫(A. Бах)院士的观察可以說明。当蟻醛和氰化鉀的水溶液混合物放在实验室內的环境下，經過若干時間之后，由此混合物中可能分离出一种物质，該物质具有简单的蛋白朊的各种特性，洗去氰化鉀，該物质又可作为細菌的良好食物，腐生細菌在此培养基中发育良好，这一实例說明了比較简单的碳与氮的化合物能产生各种比較复杂的有机化合物的可能性，同时也証实了自然发生論的真实根据。

苛赫(R. Koch 1853—1910, 德国人)較巴斯德略后，他不只确定了許多疾病病原菌的特性，并且发现了以消毒为基础的防止这些病菌傳播的方法，为以后对防治各种傳染病的工作打下了基础。另外，苛赫在研究方法上更創造出了分离純种細菌所用的固体培养基，对以后微生物的研究方法上，起着重要的作用。

卓越的俄国生物学家梅切尼可夫(И. И. Мечников, 1845—1916)是世界聞名的噬菌体学創始人，同时又是天才的防止人类早衰的理論創始人，他提出在人类腸道中，有許多腐敗細菌发育，其生命活动的产物，可以使机体逐漸中毒，这种常期的自体中毒，梅切尼可夫认为是人类早死或早衰的根源，因此建議用乳酸杆菌(*Bacillus bulgaricus*)作为这种腐敗菌的对抗者，以防止自我中毒現象；这种頡頏作用方面的研究，是抗菌素学发展的基础。

卓越的俄国微生物学家，維諾格拉斯基(С. Н. Виноградский, 1856—1953)是公认的土壤微生物学創始人之一，他从1887年起，陸續的发现了硫細菌、鉄細菌、硝化細菌等，对这些細菌的化学合成能的营养特性方面有巨大的发现。后来在1893年，又发现了嫌气性的固氮梭菌，并确定了它的固氮性能。在土壤微生物学的其他問題上，維諾格拉斯基的研究工作也有重大的意义。特别是提供了許多研究土壤微生物生命活动的方法，对以后研究土壤微生物学的发展是分不开的。

俄国学者伊万諾夫斯基(Д. И. Ивановский 1864—1920)于1892年首先发现了烟草花叶病的病原菌是一种比細菌小得多，为光学显微镜所見不到的微小生物，称为病毒，并創造了現在病毒学說。更重要的是这一发现，使人类对生物与非生物之間的存在联系，进一步的認識。

关于海洋微生物区系和一些水池微生物区系的研究，还是近几十年来的事，首先是苏联学者伊薩琴柯(Б. Л. Исаченко)曾作了許多工作。近十年来苏联学者克利斯(А. Е. Крисс)和其他国家的一些学者先后对海洋微生物区系的調查和研究，作了很多工作。

四、微生物学在生产实践中的应用和分支 现代微生物学用到工业上, 农业土壤上及医药卫生方面, 都已成为独立的、重要的科学分支。

首先我們知道, 微生物学很早就被应用到工业方面, 特别是酿造工业方面。发酵微生物学的发展, 不仅提高了酿酒与其他副食品发酵工艺的水平, 而且为化工原料开辟了新的途径, 许多重要的有机原料和有机溶剂, 如乳酸、丙酮、丁醇和丁酸等都借助于微生物的作用而得。

近十几年来, 抗菌素工业有了发展, 它是应用微生物之间有对抗作用的原理, 来制取称为抗菌素的各种药品, 广泛地应用于医学上、农业上及水产事业中。首先是在医学上, 自从有了抗菌素, 使过去一些不治之症, 得到了进一步解决。抗菌素也用来治疗动物。某些抗菌素适量的应用, 能显著地刺激动物的生长。因此抗菌素又开始被应用在动物的饲料中。

解放后, 我国抗菌素工业与其他工业一样, 由于党和政府的重视, 许多微生物学家和化学家们除了正大力改善已经进行生产的工作外, 还不断努力在寻求新的、有意义的菌种。

输血, 在许多疾病的治疗上有很重要的意义, 但常因难以获得足够数量的血液而感到困难。因而微生物学家研究了如何应用人工方法来制造人造血的问题, 他们发现了某些细菌能产生一种特殊物质——糊精; 把这种糊精经过不十分复杂的加工过程即可获得人造血浆。

维生素是保证人类和动物健康的必要物质, 在食物中缺乏维生素时会发生许多沉重的疾病甚至死亡。因此世界上有些地方需要在食物或饲料中加进各种专门的维生素制剂, 现在这种制剂有些是通过微生物的作用制成的。例如在莫斯科市郊有几所大的孵小鸡工厂, 那里的经验证明, 如在饲料中加进维生素 B_2 (核黄素), 则小鸡长得又快又健康, 因而在这些家禽工厂中, 已建立起专门设备来繁殖富有核黄素的酵母菌用作饲料。另外我们知道维生素 B_{12} 对人类有特殊的功用, 而许多微生物学家又在正致力于寻求从微生物的培养物中获得维生素 B_{12} 的方法, 因为这是根据只有最低级的生物才能合成维生素 B_{12} 的原理。

1. 微生物在食品工业上的意义: 我们知道食品的腐败主要是由于微生物的作用而引起, 并有些微生物在发育过程中产生各种有毒物质, 这时食品看来没有明显的腐败现象, 但如一旦被食用, 则会引起严重的中毒事故, 即是动物食后, 也同样会引起中毒现象。因而食物的保藏与防止微生物的侵入是密切关联着的。防止微生物在食品中繁殖的各种方法, 除了沿用至今并行之有效的干制、盐制、酸浸、冷藏和高温灭菌等方法外, 近来应用微生物的代谢产物——抗菌素、乳酸杆菌素等保藏食物, 都获得了很好的效果。

2. 微生物在农业与水产方面, 主要有两个方向, 一是有益微生物的充分利用, 一是有害微生物的御防和消灭。

我们知道水、土是微生物活动的大本营, 它们在决定水土肥沃的程度起着决定性的作用, 土壤和水域中有许多可为植物营养的元素, 但这些元素大多含在化合物中, 植物不能吸收利用, 而必须依靠那些有益微生物慢慢地把它们变成可为植物吸收的营养物质。这样土

壤与水中潜藏的肥力即成为有效肥力了。同时微生物又可通过另一种方式来改良水土中的肥力,某些微生物可将大气中的氮素变成成为植物可吸收同化的养料,而增加水土中氮肥的累积。在农业上施用的各种細菌肥料,如固氮菌肥、磷細菌肥料,矽酸盐菌肥等都是用以增加土壤中可被植物生长利用的氮、磷、鉀、鎂等营养元素。在水产养殖方面应用微生物的作用促进生产的实例也很多。如广东地区成功地应用固氮菌餌料,提高魚类产量,青島地区应用海洋固氮菌肥在水产养殖上增加氮肥,武汉地区应用某些特殊的微生物淨化不能养殖的工业污水,都取得良好的效果。

必須指出,应用某些微生物的代謝产物—抗生素类物质来刺激生物生长提高产量的实例也很多。如赤霉素是植物生长的良好刺激素,金霉素和土霉素等加入动物飼料或魚类餌类中,都有显著的增产作用。

但水中某些微生物,又是經濟水产生物的危害者,它可以給魚类带来各种傳染病,使魚类养殖上造成极大的損失。浙江漁民一句俗話說“养魚不瘟,富得发暈”,这說明魚类病原菌对魚类养殖上造成多大的危害性。另外水中还有些特殊細菌。如分解纖維素細菌,可以使养殖及漁撈工具方面造成严重的破坏,引起藻类腐烂的某些細菌,使藻类的幼苗到成体都会招惹巨大的損失。解放后,在党的正确领导下,水生生物科学工作者和广大漁民創造了許多我国独有的防治魚病的措施和方法。并且在防治某些特殊細菌对水产事业的危害方面也取得了巨大的成績。

3. 微生物在医学方面,自从巴斯德和苛赫氏开始了傳染病病原菌的研究工作后,微生物的科学发展,一直是在医学中占有重要的地位。特別是在社会主义国家里,劳动人民的健康和卫生工作,一向是党和政府所最关心的主要問題之一,因而各种疾病的病原菌特性,致病作用的原理,确定傳染与免疫的特性和它与动物体的相互关系等方面的研究都有了一定的基础,并在防治措施上应用微生物的代謝产物或作成各种药剂,应用菌体本身作成各类的預防疫苗或菌苗,应用某些特异的血清治疗方法及新抗菌素和化学制剂。都在日新月异地发展着。而且这种医学微生物又进一步扩大到兽医方面去。

在近年来的石油探矿工作中也已广泛应用微生物学的方法,其原理是凡藏有石油地区的表层不断会放出含有石油的易燃气体,在这种气体的土壤中或水层中,能生长着一种特殊細菌——烃类細菌,它能吸收这种石油气体作为营养物质。但这种細菌在一般地区是不易找到的,因此研究它的分布情况,就可获得石油地区的可靠資料。

第三节 微生物学发展的方向

从以上事实,充分說明微生物学在各科的分支量只有几十年的历史,而这几十年中,特別是在苏联,有着飞跃的发展。我国在解放后,在党的正确领导下,微生物科学与其他科学一样得到了迅速的发展。特別是在1958年以来,在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的光輝

照耀下,微生物科学应用于农业上、医学上、水产上或工业上,都取得了很大的成績。

为了更进一步地促使微生物科学适应于生产发展的需要,我們除了深入研究微生物的形态、分类和生理等基本理論外,更須全面地研究微生物与生产实践的关系。只有这样,我們才可能更好地掌握微生物的生命活动,强使它們朝着我們所需要的方向发展,使它們在工业上为人类生产出更有价值的产品,在农业与水产方面强使其朝着提高产量、消灭病害的方向发展,总之要使微小生物的生命活动定向发展,使微生物成为人类向自然斗争的有力武器之一。这就是我們研究微生物的主要方向。

苏联和我国許多微生物学家依据米丘林学說,在定向变异方面,根据微生物既有稳定的遺傳性,但也容易在改变外界条件下获得新的特性的原理,創造出了許多在生产上有意义的新种或变种,并順利地解决了微生物学的某些基本科学理論。这种微生物学研究是建立在馬列主义的哲学理論和理論与实践相結合的基础上的,并取得了很大的成績。

主要参考文献

1. M. B. 斐得洛夫: 微生物学(上册),中华书局,1953.
2. A. A. 依姆舍涅斯: 論微生物学的发展远景,微生物学譯报, 216, 1955.
3. С. H. 穆倫切夫等: 米丘林学說中的現代微生物学問題,科学出版社, 1954.
4. П. Ф. 阿历山大罗夫: 辯証唯物主义, 155—163,人民出版社,1954.

第二章 微生物的形态学

第一节 細菌的一般形态

一、細菌形态的概念 在微生物学的整个历史过程中,有两种宇宙观的爭論,不仅表现在前章所談的对生命的起源問題上,而且也表现在微生物的形态上,一种是多形体論,这派的基本概念是认为細菌的种間沒有明显的区别,它們的形态是可以互变的,即是一种細菌有多种形态;另一派是单形体論。自苛赫氏应用固体培养法成功后,这派的基本概念是认为細菌种間有明显的界限,并认为是永恒不变的。

后来經過許多研究工作者的实验証明,这两种說法都沒有把微生物的生命过程与环境条件辯証的統一起来,而是把这种自然現象孤立起来。其实一种微生物的形态,既非永恒不变又非多种形态,而是它們在一定的环境条件下可以改变的。譬如一种微生物的形态常随培养时间的长短有所变异,或培养方法的不同,生长情况也不一样,但我們必須承认在一定环境条件下,每一种微生物的形态有一定稳定性。

二、細菌的形态特征 細菌均是单細胞结构的微小生物,它們有时单个的自由生存,有时許多集聚在一起而成集落,依其外部形态,大致可分为下列几种类型:

1. 球菌 依其个体排列情况有下列几种形态:

(1) 小球菌 (*Micrococcus*) 呈整圓之球形,常单一独立存在,如白色小球菌(图 3₁)等。
(2) 双球菌 (*Diplococcus*) 为两个球形細胞互相联結,其联結面有成扁平的。如肺炎双球菌(图 3₂);有象两个咖啡豆似的联結在一起,两菌之接触面略形下凹,如淋球菌(图 3₃);也有是两个小球形細胞結合一起,如脑膜炎双球菌。

(3) 鏈球菌 (*Streptococcus*) 許多球菌联結在一起成一串珠子似的,其鏈有长有短,一般称多于 8 个的叫长鏈球菌,少于 8 个的称短鏈球菌(图 3₄)。

(4) 四联球菌 (*Micrococcus tetragenis*) 为四个联在一起的(图 3₅)。

(5) 八联球菌 (*Sarcina*) 指八个細胞联在一起象一立体的袋堆形状(图 3₇)。

(6) 葡萄球菌 (*Staphylococcus*) 球菌成堆而不規則,看去似一束葡萄。如金黄色葡萄球菌等(图 3₆)。

2. 杆菌 也可依其細菌排列情况、大小及有无芽孢来分。

(1) 无芽孢杆菌属 (*Bacterium*) 为杆状細胞,菌体一般較小,不产生芽孢。如大腸菌及水中生活的細菌多属此属(魚类病原菌也多属此类)(图 3₁₀, 3₁₃)。

(2) 有芽孢杆菌属(*Bacillus*) 杆状细胞有内生孢子, 一般菌体较大, 如枯草杆菌、腊状菌等(图 3₁₇)。

(3) 梭菌属(*Clostridium*) 杆状细胞, 当产内生芽孢时而扩大, 菌体两端尖, 呈梭状, 多为厌气性细菌, 如肉毒菌等(图 3₁₇)。

3. 螺菌 依细胞弯曲程度而分(图 3₁₂₋₁₄)。

(1) 弧菌属(*Vibrio*) 略为弯曲之弧形菌, 如纤维素弧菌等, 此属在水域中也较多。

(2) 螺菌属(*Spirillum*) 螺旋状细胞或长硬弯曲, 如硫磺菌及齿垢中的螺旋菌等。

(3) 螺旋体属(*Spirochaete*) 长的柔软螺旋形细胞, 如梅毒螺旋体。

4. 变态 大多数菌在培养生长初期呈一定形态, 而在陈旧培养基内细菌形态即常改变, 球菌变小, 杆菌常成弧形等, 此多由于不良环境改变所引起。或为衰老而变形等现象也是有的, 此种变态为衰败形。

5. 过滤性形态 近代微生物学家证明, 细菌也有非细胞生命形态存在, 即将陈旧的细菌培养, 或经理化方法处理后的细菌培养, 经细菌过滤器过滤后所得的溶液, 接种到新的培养基中, 又可以获得相当于原来细菌特性的非常小的细胞, 由此证明细菌有不可见的过滤性形态, 如将这种小细胞进一步通过培养环境影响, 可恢复原始形态。

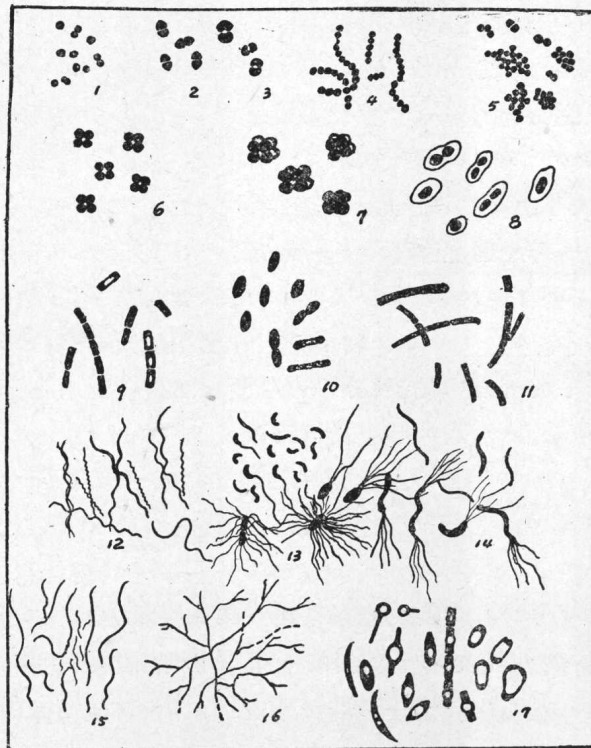


图 3.

1—7. 球菌, 8. 有荚膜杆菌, 9—11. 各类杆菌, 12. 螺菌及螺旋体, 13. 弧菌螺菌及杆菌之鞭毛, 15—16. 放线菌, 17. 各类有芽孢杆菌。

三、細菌細胞的大小：

1. 測量單位。細菌都是極其微小的，用以測量細菌的單位為微米，以希臘字母“ μ ”表示之， $\mu=0.001$ 毫米，而超顯微鏡微生物以比微米更小的，毫微米($m\mu$)表示之， $1m\mu.=0.001$ 微米。

2. 微生物一般的大小

(1) 球菌直徑普通為 $0.7-1.5\mu$ ，平均為 1μ 左右，較小者為 $0.6-0.8\mu$ ，如淋病雙球菌等。

表 1. 微生物細胞與其他生活物質比較表(節錄 Stanley)

微生物與其他生活物質	直徑或長×寬(毫微米)
紅血球	7,500
固氮菌	4,000—6,000
鏈桿菌	1,000—2,000×500
化膿球菌	800
立克氏體	475
天花病毒	260×210
鯉魚水腫病毒	100—125
葡萄狀球菌噬菌體	100
T ₂ 大腸桿菌噬菌體	60×80
番茄枯萎病毒	26
血紅素分子(馬)	3×15
雞蛋白分子	2.5×10

(2) 桿菌：一般為 $0.5-1.0\times 1-4\mu$ ，如腸道菌及水中細菌等。

大者可達 50.0μ ，如奇異硫磺細菌(*Beggiatoa mirabilis*)，但如此大者為數很少。

(3) 螺旋體：大小變化很大，變化於 $2-500\mu$ 之間。

(4) 超顯微鏡微生物：此外一些比細菌更微小的生物，有時只有細菌數十或百分之一，如嗜菌體為 $30-100m\mu$ ，病毒(Virus)有 $260-10m\mu$ 大小。

第二節 細菌細胞的構造

大多數細菌在不染色的情況下，均係透明無色。對於光的曲折率低，約相當於水，但其內部構造，因細胞太微小，研究有困難，所以許多問題仍未得解決，現只談細胞的主要部分。

一、細菌細胞的外膜 細菌外部常有三層的膜，若以特別染色法可以在鏡下看到，也可以質壁分離法使之分開，如把細菌放於濃的鹽水或糖水中，可使菌體內的水分外溢，而原生質收縮，則更易于區分出來。

1. 細胞壁 為較堅硬的構造，可使菌體成定形，乃半滲透性的膜，且具有彈性，也有保護和抵抗外界不良環境的功能。它的化學成分為複雜不知性質的多醣類，似半纖維素，另有

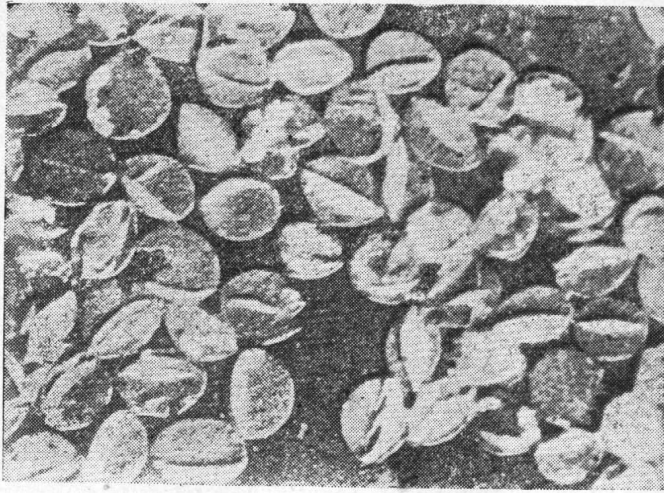


图4. 金黄色葡萄球菌之原生质被压出仅余细胞壁之电子显微镜照象($\times 11,000$)

拟脂类几丁质(Chitin)成分,是一种聚合性的含氮及不含氮的有机物所组成(图4)。

2. **原生质膜** 细菌幼时,细胞壁内有一层半流动的膜,当细胞成熟时渐渐积厚,变成较坚固半渗透性膜,系由脂类及其他脂蛋白所组成,它的主要任务系一种选择性的膜,在高渗透压时与细胞质同时收缩。

3. **粘膜** 在胞壁之外,尚有一层粘膜,厚薄不一定,当最厚时即所谓的“荚膜”是一种可溶性的碳水化合物成分的多糖类,不易被染色,易溶于水,又如常有許多细菌在一起,外共同有一膜即称为菌胶团,如在腐烂的食品上,土壤中之固氮菌及污水中常见之,它主要功用为保护作用。荚膜可溶于所处的溶液内。杆菌的荚膜是防御细胞被吞噬的工具,一些动物或鱼类的致病菌不少是具有荚膜的。土壤中固氮菌具有此种典型的荚膜,其作用想必是在某种

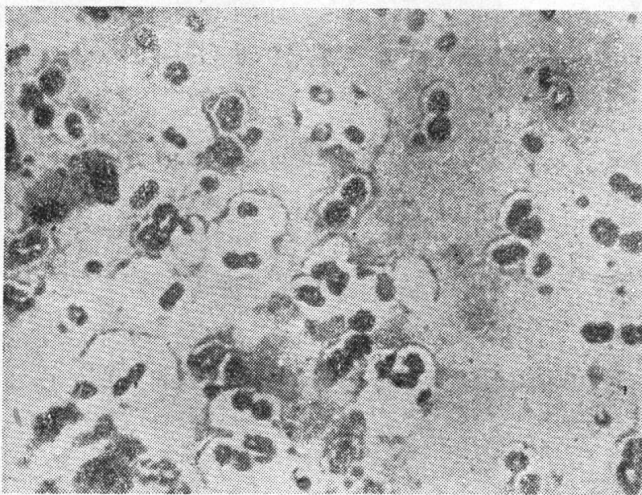


图5. 圆褐固氮菌的荚膜

程度上保护細胞免受原生动物的侵害(图 5)。

二、細菌細胞內的原生质 原生质是一切細胞真正生活物质的一部分,細胞质清彻如水,或稍呈粘性的复杂胶体,折光率近如水,其中含有各种小粒,如貯藏食物、油点,或不定形的无机盐(草酸盐等),并可清楚的看到細胞质外部被一层明亮的細胞质膜所包围。

三、核的問題 細菌是否有核問題至今仍在爭論,說法不一,茲举数种討論如下:

1. 有人說細菌是最原始的东西,根本沒有核,此說是缺乏根据,因細胞小不易观察是事实。但說为原始則不妥当。細菌細胞每 30—60 分钟生一代,每小时食量能与本身重量相等,且每单位小时内能产生多量的化学变化,所以这并非原始的生物所能有的現象。

2. 有核,由于細菌有遺傳性,故証明有核。这种証明也不够妥当,以核为遺傳的唯一傳遞者这种說法还需商榷。

3. 在 1946 年奈西 (Knaysi) 及莫得 (mudd) 二氏以电子显微鏡观察螢光小球菌,从菌体中发现一个或数个顆粒,多系成对或成束存在,具有与核蛋白相似的溶解度,經用超声波震动,使与細胞分离后証明为含有去氧核糖 ($C_5H_{10}O_4$) 核酸,故結論是符合有核的結論。

4. 按苏联依姆歇涅茨基 (A. A. Имщенецкий) 的看法和种种的化学分析証明有核說法如下:

(1) 不同类型的菌,其核的类型也不同,較原始的核为:

- ① 有的核是分散的,是沒有与細胞质分开的顆粒。
- ② 有的是在原生质中与核的染色质的微粒形成了网状組織。

(2) 較进化的一种,是集中于細胞的一部分或某部分作为核的基础。

这一理論后被电子显微鏡証实(图 6),不但有事实的根据,并充分說明了进化的程序和发展的規律。

四、細菌的芽孢 有些杆菌在发育的某一阶段时(如靜止期)可以产生圓形或橢圓形的芽孢,在芽孢形成时要消耗細胞的全部內容物,或原生质内含物的絕大部分。

1. 芽孢产生的条件 关于芽孢形成条件的認識是:认为一方面是芽孢細菌生活史的一

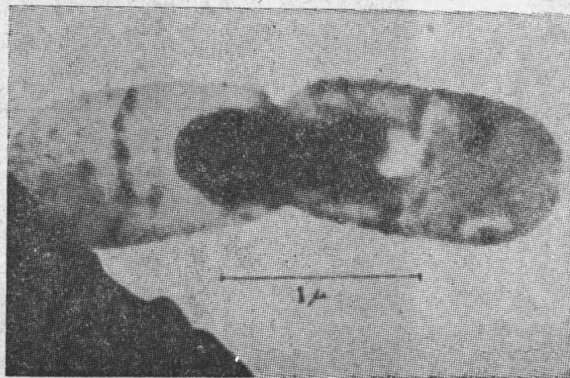


图 6. 菌細胞的核,电子显微鏡摄影。并注意細胞与核同时分裂的現象 (Knaysi 1947)

个阶段,细菌产生芽孢,芽孢又再变成细菌体,另一方面则认为是当细菌生长环境不良时(如营养缺乏,温度过高或过低,有毒害物质存在时等等)为对付这种不良环境的休眠体。譬如同为一种细菌在环境好的条件下,则形成芽孢很迟,环境条件差的情况下则很快的形成芽孢。

2. **芽孢形成方式** 依苏联依姆歌涅茨基的报告,细菌的细胞中有孢原带在一端或中央,约占菌体 1/3,后来这地区失去水分胞质凝集,继而出现了厚膜,并增加了折光率而形成芽孢(如图 7)。

3. **芽孢的类型** 可作为分类上的根据。

(1) 按位置分: 有在菌体中央的,有在极端的,也有在菌体偏极端的(图 8)。

(2) 按形态: 有呈球形的,有呈卵圆形的。

(3) 按大小及数目: 有比原菌体大,有比原菌体小,但每菌只生一个芽孢。

4. **芽孢的萌发** 当芽孢在环境条件良好时,此时芽孢内的原生质先吸水膨胀,然后在芽孢的末端或中央突破芽孢壁而伸出(图 9)。

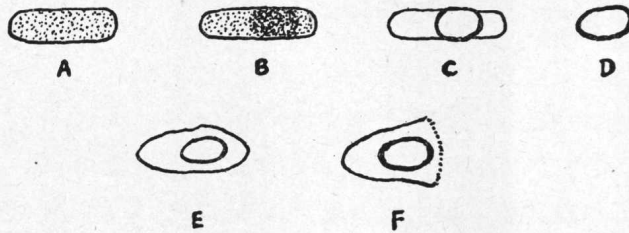


图 7. 细菌芽孢形成的方式:

A—D: 为芽孢杆菌, A. 营养体 B. 细胞质向孢源带集聚 C. 孢壁及芽孢, D. 自由芽孢。
E—F: 为芽孢梭菌按 A—D 形成芽孢的方式

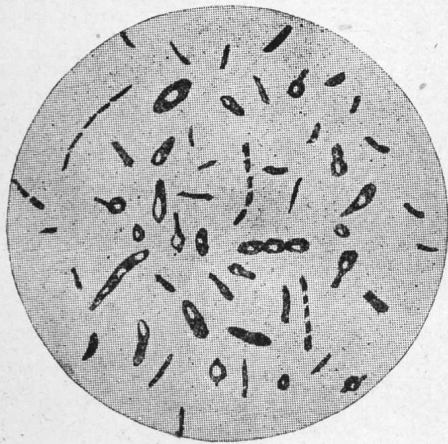


图 8. 产芽孢杆菌各种形态

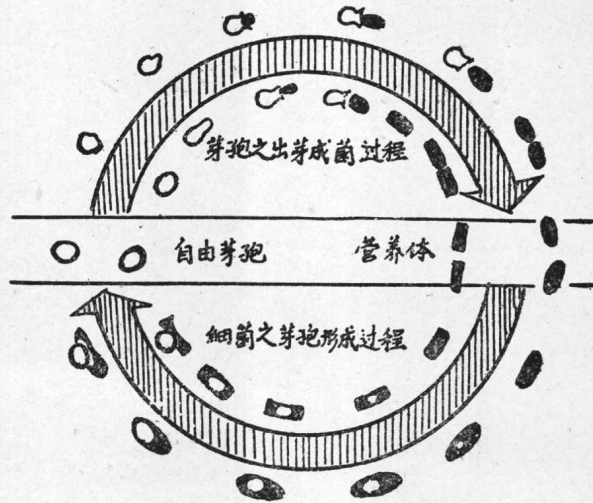


图 9. 细菌的芽孢形成及出芽成菌的发育过程