

细菌分类基础

王元特 著

科学出版社

内 容 简 介

本书是一本普及微生物分类知识的书。全书包括细菌分类的基础知识、细菌系统分类和常见细菌的鉴定。书中内容主要偏重于工农业中常遇到的真细菌部分。可供高等院校微生物专业的师生和从事细菌工作的有关工作人员参考。

细 菌 分 类 基 础

王大耜 编著

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1977年5月第一版 开本：787×1092 1/32

1977年5月第一次印刷 印张：5 7/8 插页：2

印数：0001—22,720 字数：130,000

统一书号：13031·499

本社书号：740·13—9

定价：0.50元

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下,无产阶级文化大革命和批林批孔运动推动了我国群众性科学实验运动蓬勃发展,应用微生物的群众性科学实验活动也获得了广泛的开展。细菌是微生物中的一大类群,在工农医各方面应用较广。为了普及微生物的基本知识,更好地认识微生物的特性并对细菌分类概貌有一简要了解,适应微生物广泛应用和深入发展的需要,满足广大工农兵的要求,我们编写了本书。

本书原系在中国科学院微生物研究所普及细菌分类知识的讲稿,后来又通过在辽宁大学生物系讲课的实践,并根据辽宁大学工农兵学员和辽宁大学以及其他学校教师们提出的宝贵意见作了修改和补充而写成。全书包括三个部分:有关细菌分类的细菌基础知识、细菌系统分类和细菌鉴定。本书可供讲授细菌分类课和从事有关细菌工作的工作者参考。书中内容主要偏重于在工农业中常遇到的真细菌部分。由于本书着眼于概貌,所以着重介绍属和属以上的分类,对种的介绍较少。在方法方面,对于主要用于属以下分类的血清学方法和噬菌体方法等也全未涉及。

近二十年来,科学技术有很大的发展,人类在征服自然界的实践中,认识不断深化,因此对细菌的认识也日益深入,改变了过去几乎完全依靠外部形态特征的分类原则。例如将纤维菌从粘细菌纲中划分出去,认为产碱假单胞菌、斯徒茨假单胞菌等不产荧光色素的种和荧光假单胞菌同属于一个同源DNA复合群中的事实都是这种发展变化的反映。可以说

细菌分类学正处于一个变革的时期。正如毛主席所指出的：
“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”不断探索未知领域，让微生物学更好地为祖国的社会主义建设服务，是摆在我们广大微生物学工作者面前的一个重要任务。可以预见：随着社会主义革命和社会主义建设的不断深入发展，我国的微生物学领域也必将出现一个更为蓬勃发展的崭新局面。由于我们的思想水平和运用辩证唯物论观点分析问题的能力不高，加之编写时间仓促，无疑会出现一些缺点错误，敬请读者批评指正。

编著者

1974年10月

目 录

一、引论	1
二、细菌	5
(一) 细菌的形态	5
1. 细菌的形状和排列	6
2. 细菌细胞的结构	9
3. 细菌的群体形态	17
(二) 细菌的生理	20
1. 营养类型	20
2. 营养物质	21
3. 其他有关营养的性质	23
4. 酶	23
5. 能量代谢	24
6. 糖代谢	24
7. 蛋白质的合成	25
(三) 细菌的遗传	26
三、细菌的分类位置	29
四、真细菌纲(Eubacteria)	36
(一) 红螺细菌目(Rhodospirillales)	37
(二) 假单胞细菌目(Pseudomonadales)	39
1. 硝化细菌科(Nitrobacteriaceae)	40
2. 甲烷单胞菌科(Methanomonadaceae)	42
3. 硫细菌科(Thiobacteriaceae)	42
4. 假单胞菌科(Pseudomonadaceae)	44
5. 柄细菌科(Caulobacteraceae)	57
6. 鞘铁细菌科(Siderocapsaceae)	58

7. 螺菌科(Spirillaceae)	58
(三) 生丝微菌目(Hyphomicrobiales)	62
(四) 真细菌目(Eubacteriales)(一)	
——革兰氏染色阴性无芽孢杆菌	63
1. 固氮菌科(Azotobacteraceae)	66
2. 根瘤菌科(Rhizobiaceae)	67
3. 无色细菌科(Achromobacteraceae)	69
4. 肠杆菌科(Enterobacteriaceae)	74
5. 布鲁氏菌科(Brucellaceae)	80
6. 拟杆菌科(Bacteroidaceae)	83
(五) 真细菌目(二)	
——革兰氏染色阳性无芽孢杆菌和芽孢杆菌	84
7. 短杆菌科(Brevibacteriaceae)	84
8. 乳酸细菌科(Lactobacillaceae)	
乳酸杆菌族(Lactobacilleae)	
乳酸杆菌属(<i>Lactobacillus</i>)	86
9. 丙酸杆菌科(Propionibacteriaceae)	89
10. 棒状杆菌科(Corynebacteriaceae)	91
11. 芽孢杆菌科(Bacillaceae)	97
(六) 真细菌目(三)——球菌	101
8.* 乳酸细菌科	
链球菌族(Streptococceae)	101
12. 微球菌科(Micrococcaceae)	105
13. 奈瑟氏球菌科(Neisseriaceae)	109
(七) 显核细菌目(Garyophanales)	110

* 乳酸细菌科包括杆状菌——乳酸杆菌族和球状菌——链球菌族。为了叙述方便将这一科中的两族分别列于真细菌目中的革兰氏染色阳性杆菌部分和球菌部分中,请读者注意。

五、藻细菌纲(Algobacteriae)	112
(一) 贝日阿托氏细菌目 (Beggiatoales).....	112
(二) 鞘杆菌目 (Chlamydobacteriales)	114
六、立克次氏体纲(Rickettsiae)	116
七、粘细菌纲(Myxobacteriae)	118
八、螺旋体纲(Spirochaetae)	122
九、枝原体纲(Mycoplasmae)	124
十、细菌鉴定	126
(一) 常见细菌初步检索表	127
(二) 常见革兰氏染色阴性细菌检索表	143
(三) 常见革兰氏染色阳性细菌检索表	158
参考文献	161
方法索引	163
菌名索引	164
后记	178

一、引 论

分类是我们认识事物的一种最基本的方法。

生物分类和其他事物的分类有所不同。其他事物的分类可以单纯根据工作需要分类，但生物却不完全如此。生物是从无到有，从简单到复杂，从单一到多样化进化而来的。生物的各种性质都和它的进化历史相联系，都是它的进化历史的反映。所以生物的分类，应该能反映出生物进化的系统。细菌分类就是把细菌按照一定的原则，把类似的细菌归拢在一起，把不类似的细菌分开，这样就形成了大小不同的群。把这些大小不同的群按一定的顺序排列起来成为一个系统，并对各群给予适当的名称。遇到未知的细菌，经过观察研究之后，按照分群的原则，把这些未知菌安放到系统中适当的位置上；与已知菌相同就采用已知菌的名称，与已知菌不同，可按照命名的原则，给一个新的名称。这就是鉴定。细菌分类就是对细菌进行鉴定、分群归类并命名。也就是，把看来是杂乱无章的各种各样的细菌分群归类、命名并顺序地排列起来。这样就便于我们认识细菌，了解各群细菌之间的关系，便于我们利用它们或控制它们。

但是，在有细胞形态的生物中，细菌包括最小的生物。因此研究细菌要比研究其他的生物困难一些。例如，在没有光学显微镜以前，就无法观察细菌的形态；在没有电子显微镜之前，就无法研究各种细胞的细微结构，也就无从发现原核生物和真核生物之间的结构上的差别。生物的分类学是概括有关生物的各学科的成果而建立的。细菌分类学更是这样。自然

界总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。我们对客观事物的认识也总是不断深入,逐渐地认识其本质。随着我们对细菌和其他生物的认识不断深入,我们对细菌分类学也不断地进行修改和发展。在目前,虽然我们对细菌比以前了解得多了,但是在许多方面还了解得不十分清楚,对它们之间的关系还不十分清楚。因为这个缘故,细菌分类学与其他较大的生物的分类学相比较,还是很不成熟的,甚至可以说还有些混乱。

目前有三个比较全面的细菌分类体系。一个是苏联的克拉西里尼科夫(Красильников)著的“细菌和放线菌的鉴定”^[1]。该书原版于1949年出版,中译本于1957年出版。第二个是美国布瑞德(R. S. Breed)等人主持编写的“伯捷氏鉴定细菌学手册”^[2]。这本书是美国细菌学家协会所属的“伯捷氏手册董事会”(Board of Trustees of Bergey's Manual)组织各国的有关学者写成的。1923年出版第一版,经过多次修订,于1957年出第七版。第三个是法国的普雷沃(Prévot)著的“细菌分类学”^[3],1961年出版。这三个系统虽都是针对细菌的,但所依据的原则、排列的系统、对各群菌的命名、所用名称的含意等都各有不同。本书所介绍的系统中,目以上的分类单位的划分,主要参考较近的材料写的,目以下分类单位的划分,主要参考伯捷氏系统(七版)写的。有少数科属是参考其他材料写的。各科属名称的含意,也基本上使用伯捷氏系统的含意。

下面谈一下细菌分类中通用的命名法。细菌分类也采用生物学中的“二名法”。二名法就是用两个拉丁字来称呼一个生物的种。例如:金黄色葡萄球菌的拉丁文原名是 *Staphylococcus aureus*, 前一个字 *Staphylococcus* 是属名,是一个拉丁名词,是“葡萄球菌”的意思;后一个字 *aureus* 是一个拉丁

文的形容词,是“金黄色的”意思。合起来就是“金黄色葡萄球菌”。这就是说,一个生物的种的正式名称是由一个属名和一个种名组成;属名是一个拉丁文名词,种名是一个拉丁文形容词。又因为自然界的生物种类太多了,大家都在命名,有时就会发生同物异名或同名异物之类的事情。为了更为明确,避免误解,在正式的拉丁名称之后,还附上命名人的姓。例如,金黄色葡萄球菌的学名全称就是 *Staphylococcus aureus* Rosenbach,意思是 Rosenbach 这个人命名的金黄色葡萄球菌。又如球形节细菌的拉丁名称是 *Arthrobacter globiformis* (Conn) Conn and Dimmick,在定名人的姓之前又加一个带括弧的姓表示这个种的种名原来是 Conn 定的名,不过是放在另一个属里(原来是球形杆菌, *Bacterium globiformis* Conn)。Conn 和 Dimmick 把这个种转划归节细菌属,还用 Conn 原来定的种名——球形的。为了表明这个历史过程,为了说明现在的球形节细菌就是原来 Conn 命名的球形杆菌,就用这样一种写法。有时只讲某一属的菌,不讲那一个具体的种,或没有种名,只有属名时,用属名后加 sp. 或 spp. 表示,如 *Staphylococcus* sp. 或 *Arthrobacter* spp. 表示葡萄球菌或节细菌之意(sp. 表示单数, spp. 表示复数,都是种——species 的缩写)。

在生物的分类学中,基本的分类单位是“种”,若干种集成“属”,属又可集成“科”,科又可集成“目”,目再向上排就是“纲”、“门”、“界”。界、门、纲、目、科、属、种,这是生物分类学中的主要分类单位。在两个主要分类单位之间,还可添加次要分类单位,如“亚门”、“亚纲”、“亚目”、“亚科”、“亚属”等,种下还可有“亚种”、“变种”等种下分类单位。“科”和“属”之间有时还可加“族”一级。有些分类单位的拉丁名称字尾比较固定,为了便于认识这些分类单位的拉丁名称,现将这些字尾列在下面:

目	拉丁名称字尾是-ales
亚目	拉丁名称字尾是-ineae
科	拉丁名称字尾是-aceae
亚科	拉丁名称字尾是-oideae
族	拉丁名称字尾是-eae
亚族	拉丁名称字尾是-inae

工农医方面多涉及真细菌纲内的微生物，但放线菌亚纲部分，另有专册论述，因此本书内偏重于真细菌亚纲部分，尤其着重于假单胞细菌目和真细菌目。

二、细 菌

由于细菌分类是概括有关细菌的各学科的成果而建立的,为了更好地理解分类,在此把有关细菌分类的,尤其是把有关假单胞细菌目和真细菌目的微生物的一般知识,简单地介绍一下。

(一) 细菌的形态

细菌的形体很小,大多数约为1微米左右(1微米为1/1000毫米),细胞又大都是无色透明的,所以要观察其形态、结构是比较困难的。通常用1000倍以上的光学显微镜或电子显微镜观察。用光学显微镜观察时,或是用暗视野显微术或相差显微术观察活细胞,或是用染色法观察死标本。有些染色法不仅显示细菌的形态,而其本身就是一种细菌鉴别分类的方法。细菌分类中最重要的染色法是革兰氏染色法。革兰氏染色法是用结晶紫染干燥的细菌涂片,水洗后再加碘液,结晶紫和碘在菌体内形成一种复合物。当用中性溶剂乙醇或丙酮褪色时,有的细菌菌体不被褪色,仍保留结晶紫和碘的复合物,使菌体仍呈紫色,我们把这类细菌叫做革兰氏染色阳性细菌。另一类细菌在褪色时不能保留复合物,菌体成为无色,则可为复染剂染成复染剂的颜色,我们把这类细菌叫做革兰氏染色阴性细菌。根据对革兰氏染色的反应不同,可以把细菌划分为两大群。这一染色鉴别法在细菌分类鉴定中极为重要。

1. 细菌的形状和排列

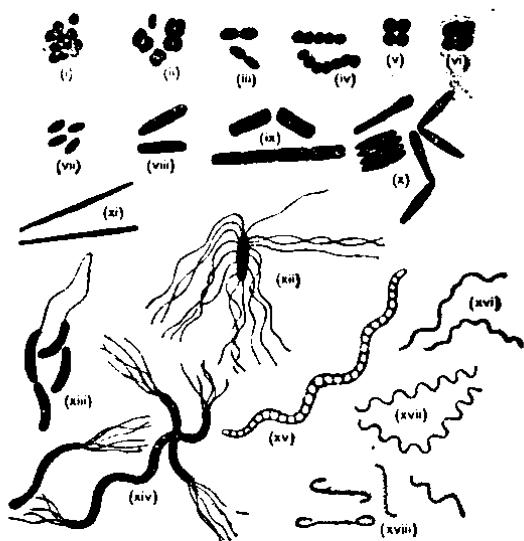


图 1 细菌的形状和排列

(i)葡萄球菌；(ii)双球菌(奈氏球菌)；(iii)双球菌(肺炎双球菌)；(iv)链球菌；(v)四联球菌；(vi)八叠球菌；(vii)赛氏杆菌；(viii)大肠埃希氏杆菌；(ix)杆菌、方端、成链(炭疽芽孢杆菌)；(x)棒状杆菌，栅状及八字排列(白喉棒状杆菌)；(xi)梭形梭杆菌；(xii)周生鞭毛杆菌(伤寒沙门瓦杆菌)；(xiii)弧菌，单极生鞭毛(霍乱弧菌)；(xiv)螺菌，极生丛毛；(xv)脊螺旋体；(xvi)疏螺旋体；(xvii)密螺旋体；(xviii)钩端螺旋体。

细菌的形状和排列(图 1)对属和属以上的分类很重要。细菌的形状比较简单，基本上可分为球状、杆状和螺旋状三种。一种细菌的形状可因生活条件不同而发生变化，但在同一条件下其形状还是稳定的。因此，在观察比较细菌的形状时，要注意培养条件变化而引起的形状变化。一般幼龄细菌形态正常、整齐。通常容易培养的异养细菌，

在适温培养 18—24 小时检查其形态。

(1) 球菌：球菌应是球状，但并不一定呈正圆球状。球菌的排列可作为分类的依据。如球菌只按一个平面分裂，则形成双球菌或链球菌。双球菌常在相邻的一面比较平坦，形成一对肾状、豆状或三角形的细菌。幼龄链球菌常常是与链的主轴相垂直的略呈扁圆形的菌，菌龄较老时，又会成为与链的主轴相同的微呈椭圆状的球菌。如球菌按两个互相垂直的平面分裂，则排列成四个列成“田”字形一簇的四联球菌。如球菌按三个互相垂直的平面分裂，则形成八个球菌相连的立方体，叫做八叠球菌。这种球菌有时会略成方形。如球菌的分裂面不规则，可排成葡萄串状，叫做葡萄球菌。葡萄球菌一般比较

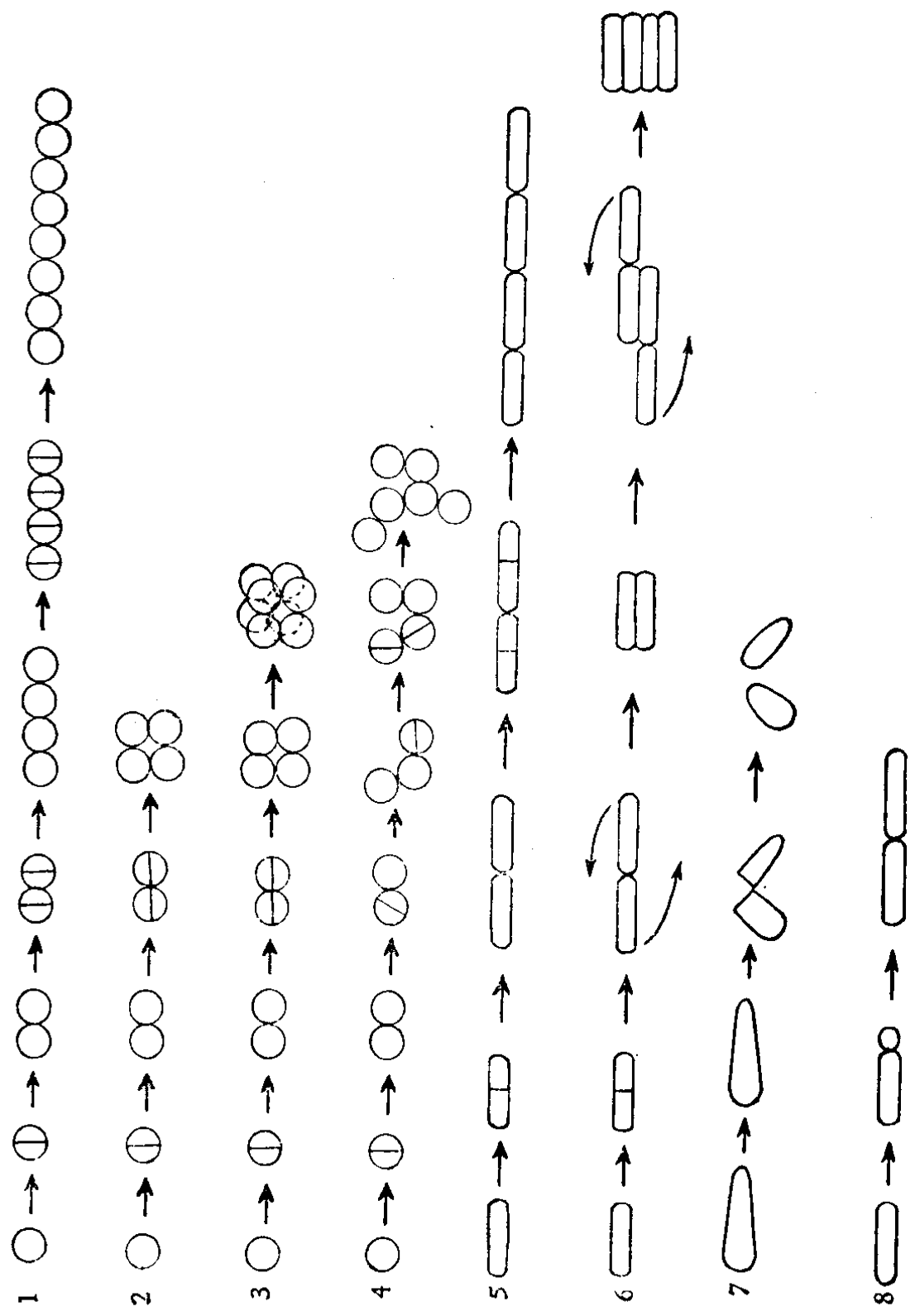


图 2 细菌的分裂和排列(示意图)

1. 在一个平面分裂的球菌，形成双球菌或链球菌；2. 在两个平面分裂的球菌，形成四联球菌；3. 在三个平面分裂的球菌，形成八叠球菌；4. 分裂面不规则的球菌，形成葡萄状堆团；5. 二分分裂杆菌，形成链状杆菌；6. 二分分裂杆菌，形成栅状排列；7. 折断分裂的棒状杆菌，形成“八”字排列；8. 出芽繁殖的杆菌。

圆(图2)。一种球菌的大小一般是较为均匀的,但芽生球菌(*Mycococcus*)的大小不均一,形状也不甚规则。还有一属细菌叫做节细菌(*Arthrobacter*),它在幼龄时菌体呈杆状,老菌株细胞则呈球状,这类菌按杆状细菌处理。

(2) 杆菌: 杆菌是长形的杆状细菌,在细菌中占比例最大。杆菌的大小、粗细、形状差别很大。短的杆菌有时几乎和球菌一样,易于与球菌相混淆。长的杆菌可呈长丝状。一般杆菌长度为1—5微米。杆菌的粗细差别不大,一般0.5—1.5微米,很少有超过两微米者。一般说来,同一种杆菌的粗细较为稳定,而长度经常因培养时间不同变化较大。杆菌的形状在分类中也有一定的重要性。有的菌体很直,象一支香烟一样直,菌体两侧平行;有的菌体稍弯曲,略成弧状,菌体两侧也平行;有的菌体是直的或微弯的杆菌,但菌体两侧不平行,使杆菌呈胡萝卜状;有的带有大小不同、明显程度不同的类似分枝的突起,使菌体呈大腿骨状;有的杆菌有明显分枝。杆菌两端的形状也应注意,有的是半圆形,有的是平齐的,有的是削尖的。杆菌的排列也有一定的分类鉴定意义,有的排列成链状,有的成栅状,有的成八字形,有的散在随机排列(图1、2)。

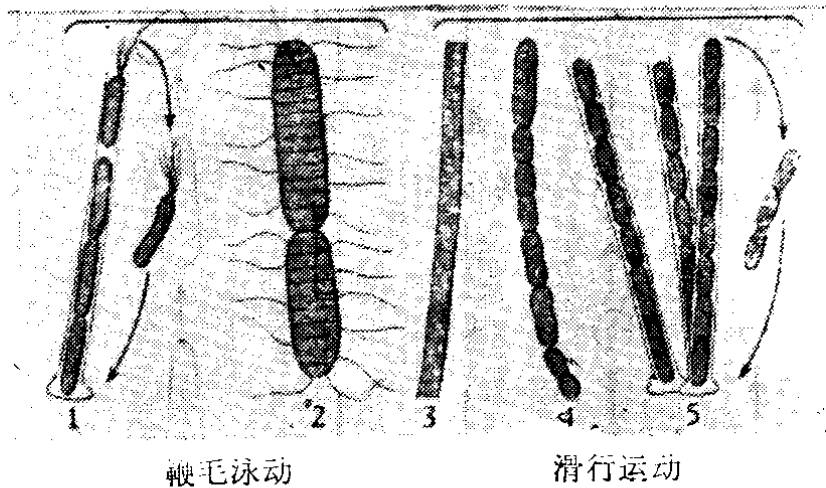


图3 形成毛发体的细菌

1. 球衣细菌; 2. 显核细菌; 3. 贝日阿托氏细菌; 4. 明颤细菌;
5. 亮丝细菌。

有些细菌排列成比较固定的链状,体外有共同的鞘或无鞘,叫做毛发体(图 3)。

(3) 螺旋菌: 细胞弯曲呈螺旋状的细菌通称为螺旋菌。弯曲不足一圈的叫弧菌, 弯曲成多圈的叫螺(旋)菌。有的弧菌可连接成螺旋状链, 应与真正的螺旋菌区别开。在实际工作中, 弧菌和略弯曲的杆菌很难区分。

2. 细菌细胞的结构

细菌细胞的结构在细菌分类中占有重要地位。用光学显微镜可见到的结构(图 4)关系到科、属的划分, 用电子显微镜可观察到的结构对细菌在整个生物界所处的地位提供了重要依据(图 5)。

(1) 粘液层: 细菌细胞壁外有一层胶状的粘液层。与细菌细胞周围环境能明显区分开的粘液层, 通常叫做荚膜(图

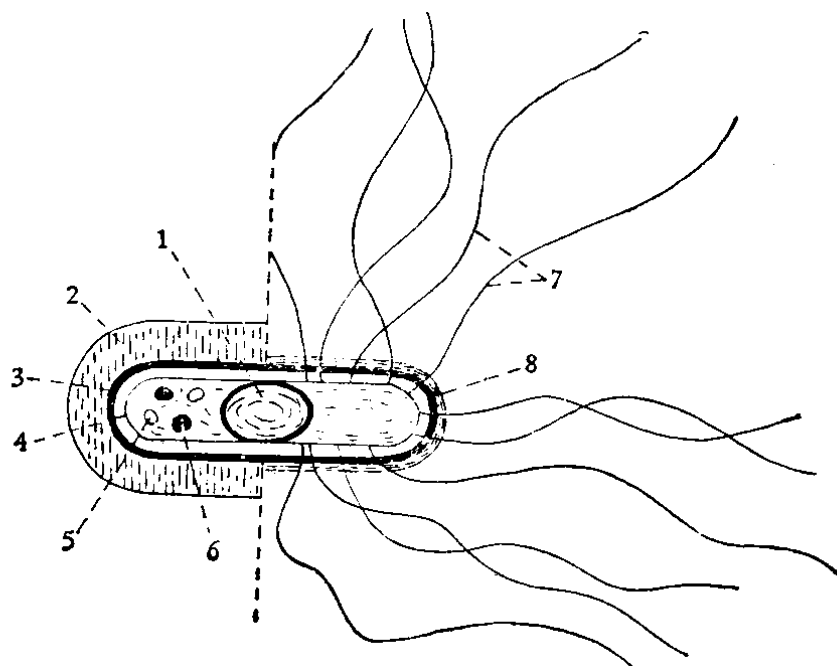


图 4 细菌细胞模式图(光学显微镜)

虚线左侧为无鞭毛有荚膜杆菌, 右侧为有鞭毛无荚膜杆菌。

1. 芽孢(卵形, 中生); 2. 荚膜; 3. 细胞壁; 4. 细胞膜;
5. 油滴或硫粒; 6. 异染粒; 7. 鞭毛; 8. 粘液层。

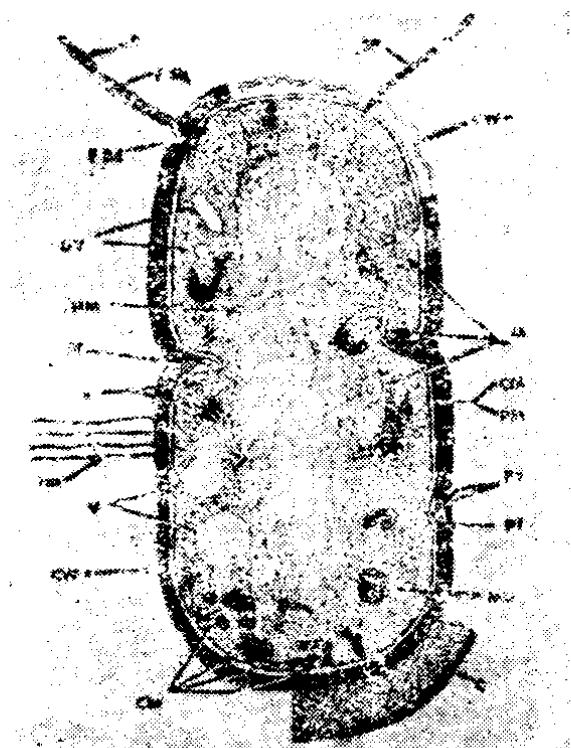


图 5 细菌细胞模式图(电子显微镜)

C—荚膜; Chr—载色体; CM—细胞膜; CW⁺—革兰氏染色阳性菌细胞壁; CW⁻—革兰氏染色阴性菌细胞壁; F—鞭毛; FBd—鞭毛基点; Fm—纤毛; FSh—鞭毛鞘; GV—气胞; M—中体; MG—异染粒; NM—核质; PM—原生质膜=CM; PT—原生质周围小管; PV—原生质周围小囊; R—核糖体和多聚核糖体; SF—正在形成的隔壁; SP—性纤毛; V—胞囊, 可含有贮存物质。



图 6 细菌的荚膜(肺炎双球菌、负染色法)($\times 2570$, 光学显微镜)