

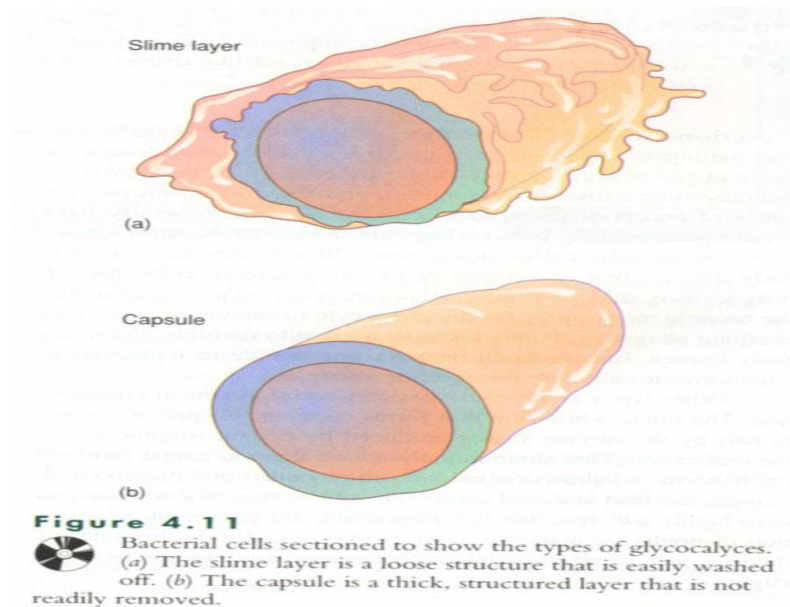
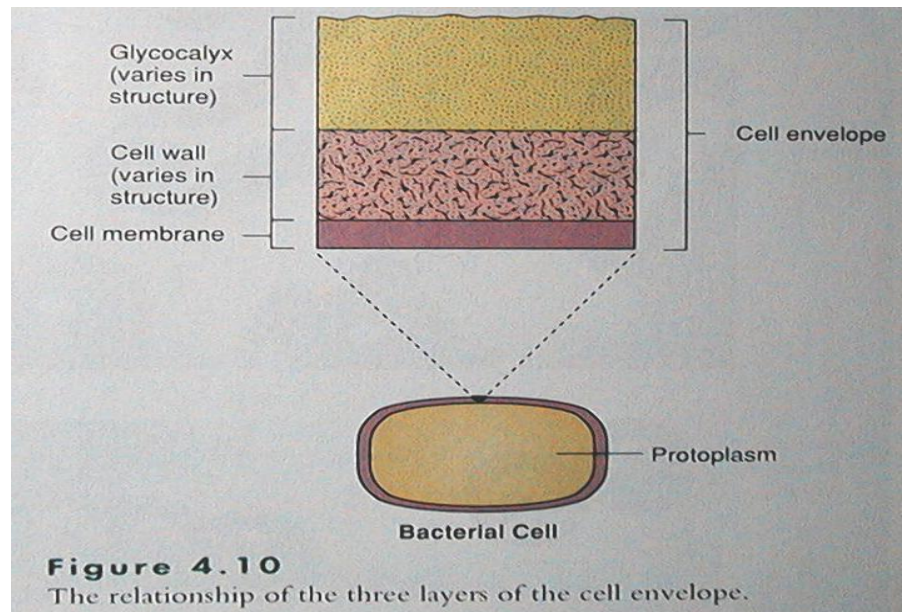
图 3-1 细菌细胞构造模式图

细菌的特殊结构

刘唤明

一、糖被

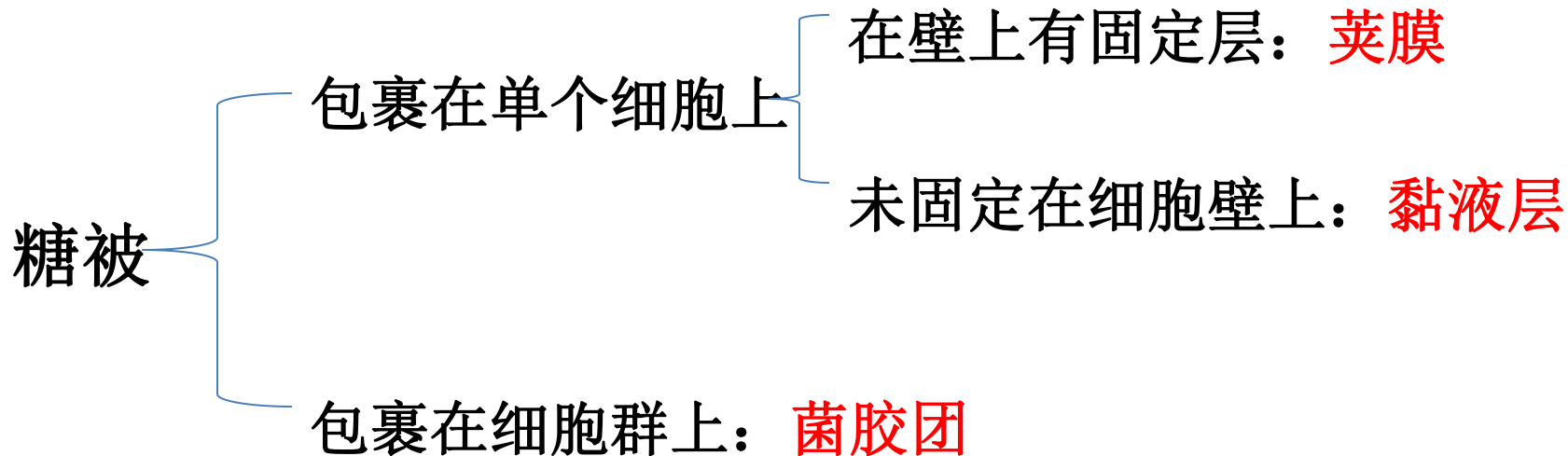
糖被：有些细菌生活在一定营养条件下，可向细胞壁表面分泌一层松散透明、粘度极大、粘液状或胶质状的物质即为糖被。



(一) 糖被的主要成分



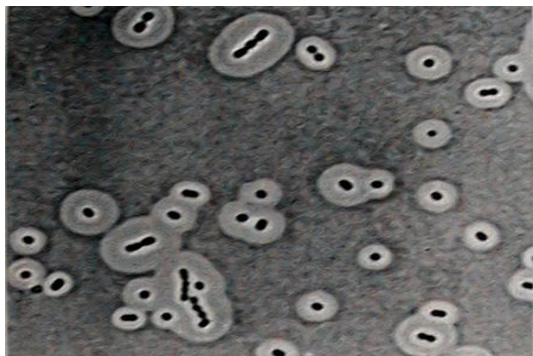
(二) 糖被的分类



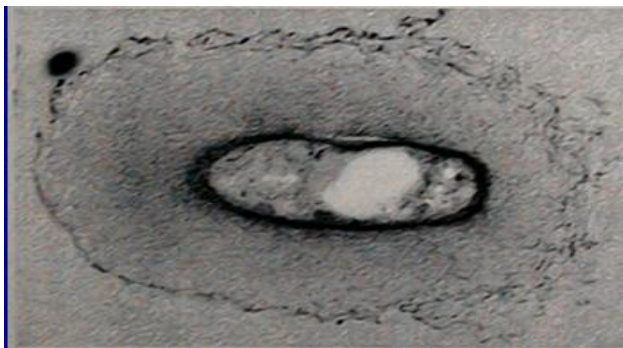
(1) 荚膜

荚膜：包裹在单个细胞上，在细胞壁上有固定层次的黏液状物质。

荚膜根据其厚度可分为大荚膜 ($\geq 200\text{ nm}$) 和微荚膜 ($< 200\text{ nm}$)



细菌荚膜负染色



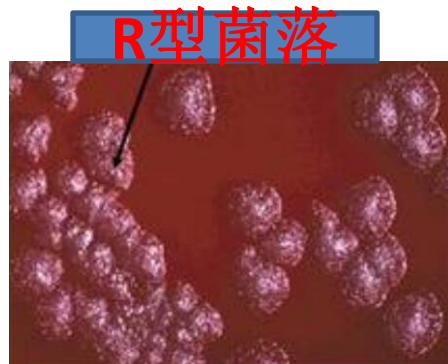
荚膜电镜片

荚膜与菌落的关系

光滑 (Smooth,S-)型菌落——产荚膜的细菌在固体培养基上形成的菌落表面湿润、有光泽、呈粘液状，称S-型菌落。

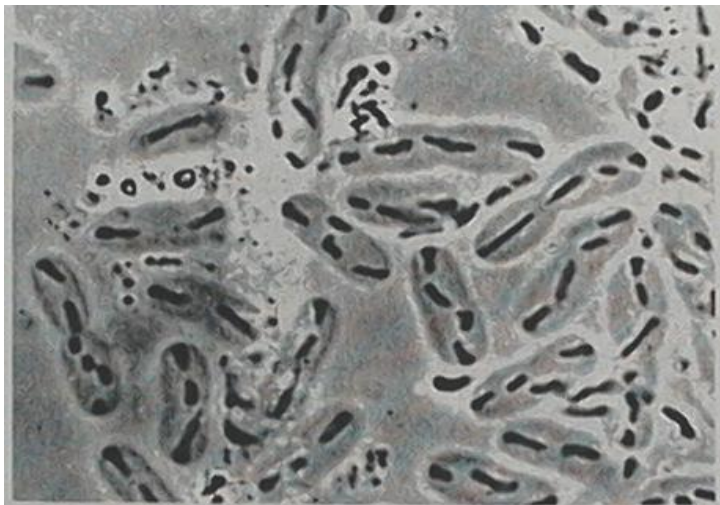


粗糙 (Rough,R-)型菌落——不产荚膜的细菌形成的菌落表面干燥、粗糙、称R-型菌落。



(2) 黏液层

黏液层：包裹在单个细胞上，黏液物质未固定在细胞壁上，无明显边缘，可以扩散到周围环境中，则称为黏液层。



(3) 菌胶团

菌胶团：多个细菌的荚膜互相融合，形成多个细胞被包裹在一个共同的荚膜之中，称为菌胶团。

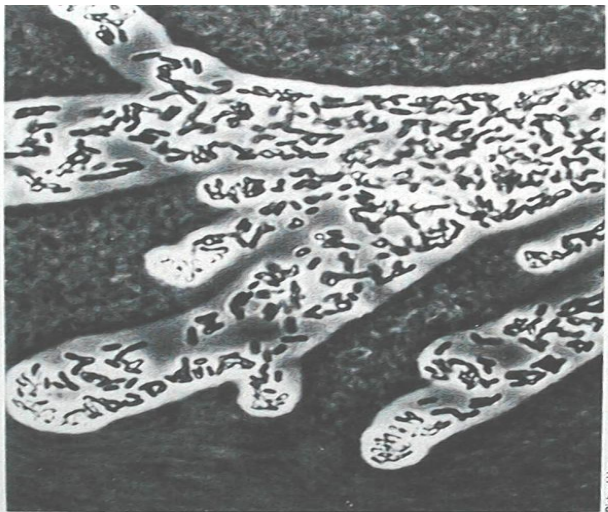


FIGURE 17.54 Photomicrograph of a floc formed by *Zoogloea ramigera*, the characteristic organism of the activated-sludge process. Note the large number of small, rod-shaped bacteria surrounded by a polysaccharide slime and the characteristic fingerlike projections of the floc. Negative stain using India ink.



（三）糖被的功能

（1）保护菌体

（2）贮藏养料

（3）作为透性屏障或（和）离子交换系统

（4）表面吸附作用

（5）堆积代谢产物

（四）糖被的应用

（1）菌种的鉴定

（2）某些多糖的生产

（3）污水处理中的应用

（五）糖被的危害

致病性

主要表面抗原，是某些病原菌的毒力因子；

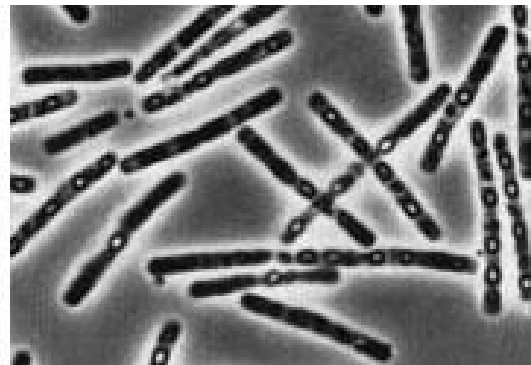
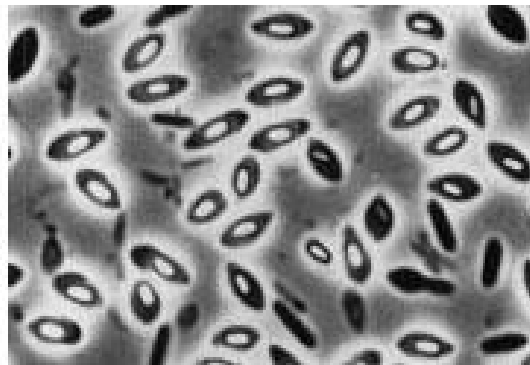
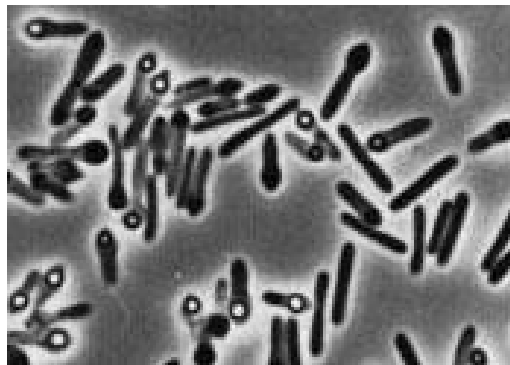
是某些病原菌必需的粘附因子；

食品腐败变质

可造成面包、牛奶及饮料等食品的粘液变质

二、芽孢

芽孢：某些细菌在其生长发育后期，在细胞内形成一个圆形，椭圆形或圆柱形的，对不良环境条件具较强抗性的休眠体，称为芽孢。



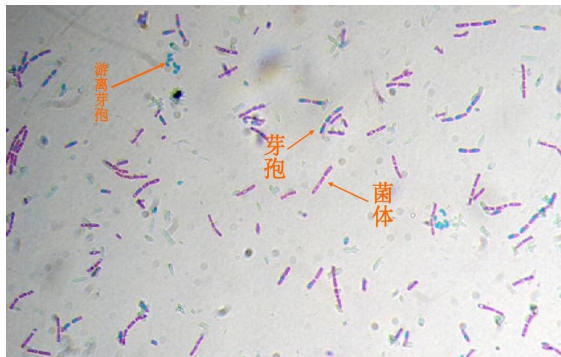
(一) 芽孢的观察

在相差显微镜直接观察

芽孢染色观察



相差显微镜观察



芽孢染色观察

(二) 芽孢的特点

(1) 芽孢是细菌的休眠体

芽孢的休眠能力十分突出

常规条件下，保存几年到几十年不死亡；

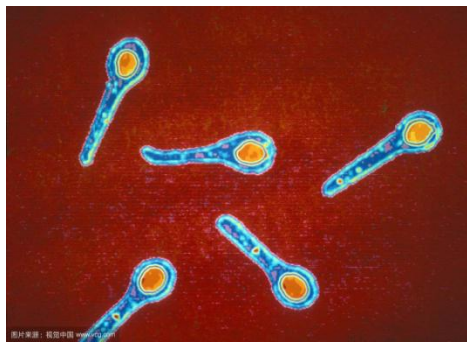
有文献记载，有的芽孢甚至可休眠数百至数千年

形成芽孢不是细菌的繁殖方式

(2) 芽孢有很强的抗逆性（抗热、抗辐射、抗化学物质）

破伤风梭菌和产气荚膜梭菌是外科器材灭菌的指示菌

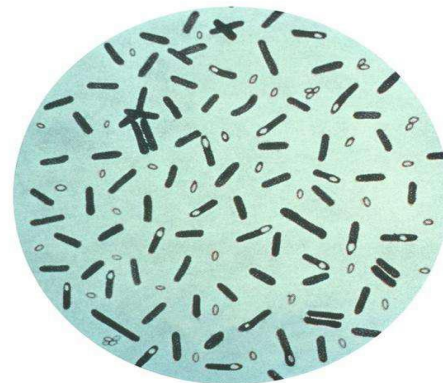
罐藏食品一般是以肉毒梭状芽孢杆菌作为灭菌指示菌。



破伤风梭菌



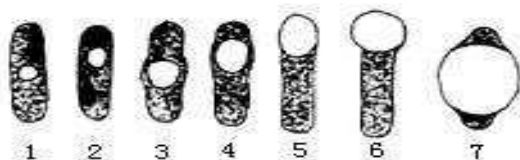
产气荚膜梭菌



肉毒梭状芽孢杆菌

(3) 芽孢可作为细菌分类依据

芽孢的有无、形状、大小和位置可作为细菌分类和鉴定的重要指标

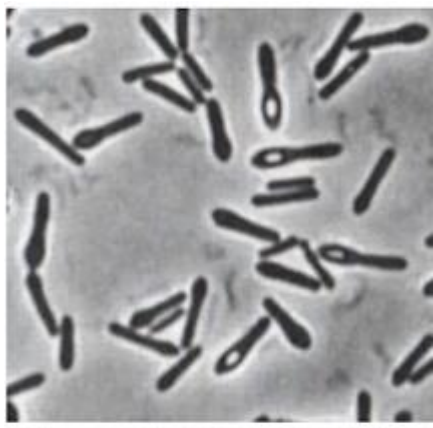


各种芽孢形态和位置

1. 芽孢球形，在菌体中心
2. 卵形，偏离中心不膨大
3. 卵形，近中心，膨大
4. 卵形，偏离中心，稍膨大
5. 卵形，在菌体极端，不膨大
6. 球形，在极端，膨大
7. 球形，在中心，特别膨大

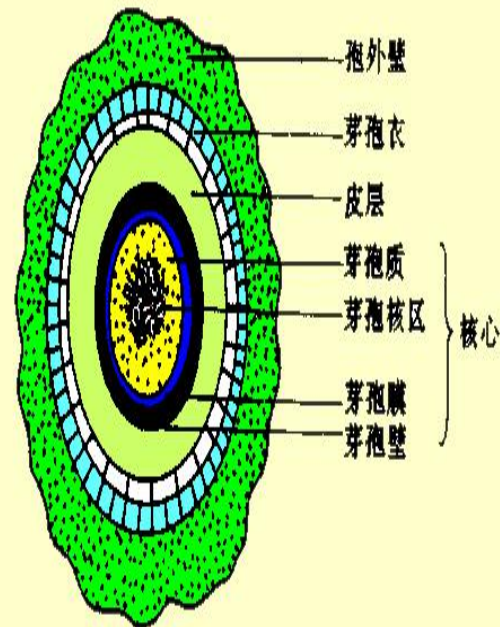
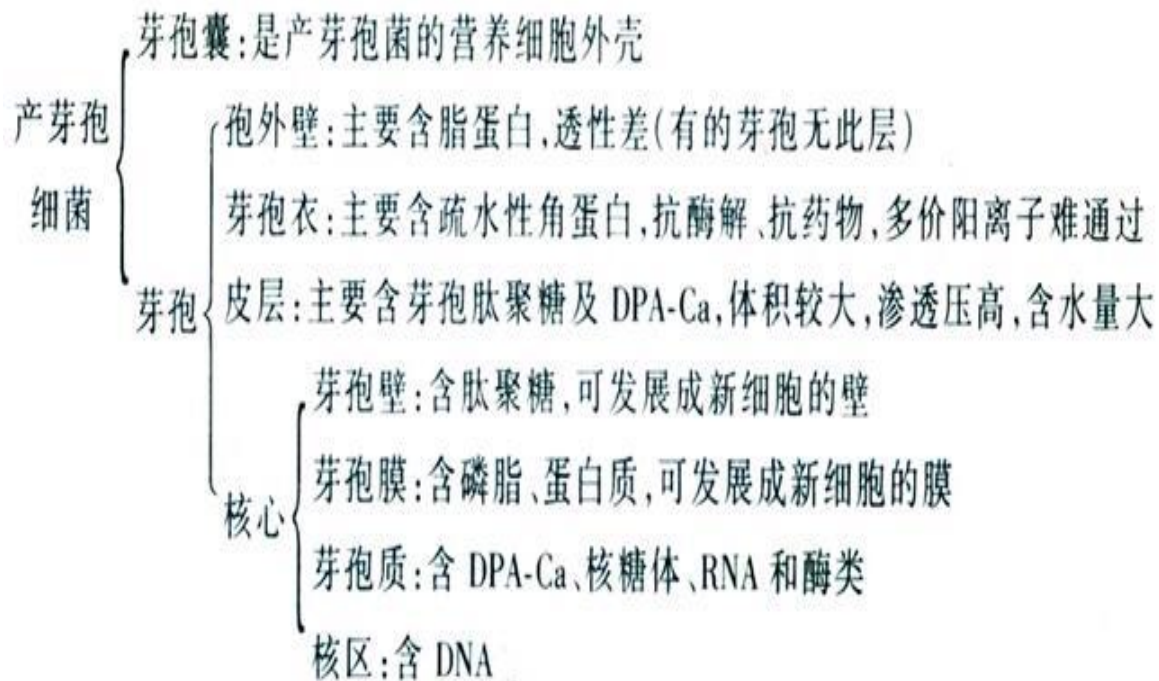
(4) 产芽孢的细菌属不多

能产芽孢的细菌大多数为杆菌，主要为好氧性芽孢杆菌属和厌氧性梭菌属。球菌和螺旋菌只有少数菌种才产生芽孢。



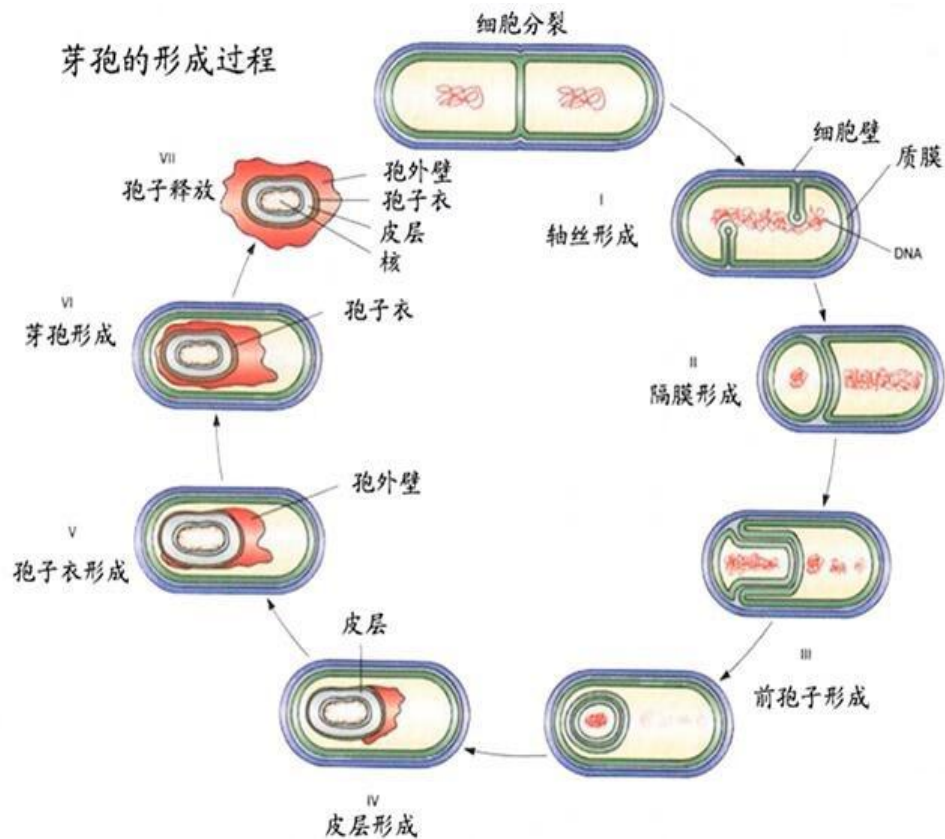
(三) 芽孢的结构

芽孢有多层结构，主要包括孢外壁、芽孢衣、皮层和核心



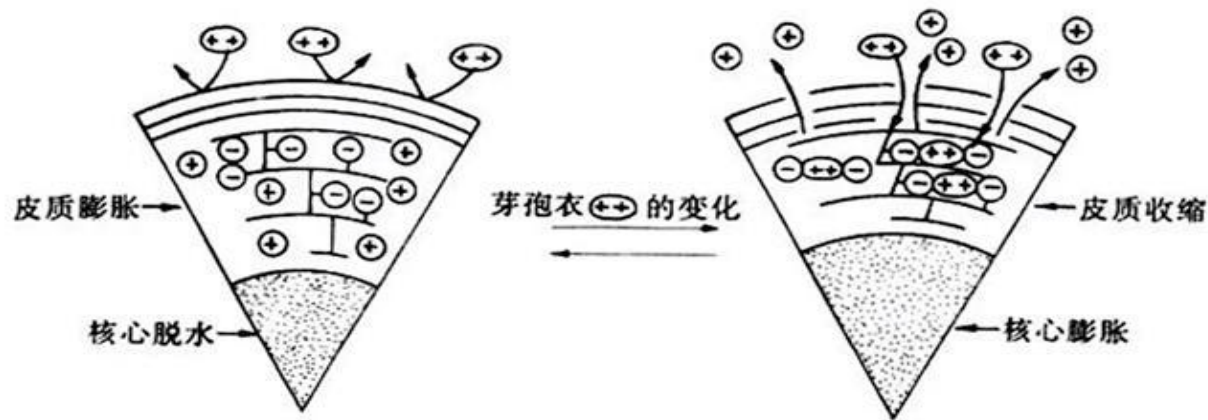
细菌芽孢构造的模式图

(四) 芽孢的形成



(五) 芽孢的耐热机制

(1) 渗透调节皮层膨胀学说

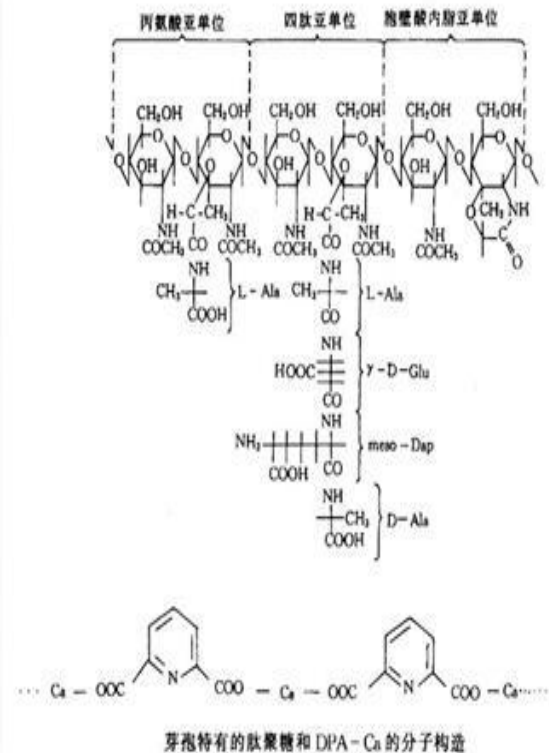


芽孢皮层的膨胀与收缩的图示

(左：皮层膨胀导致核心脱水和耐热, 右：皮层收缩导致核心充水而不耐热)

(2) 另外一种学说

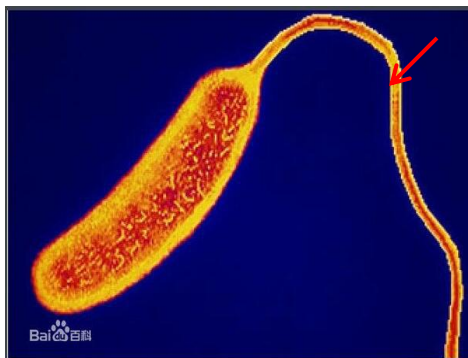
Ca^{2+} 与DPA的螯合作用会使芽孢中的生物大分子形成一种稳定而耐热性强的凝胶。



三、鞭毛

生长在某些细菌体表的长丝状、波曲形的**蛋白质附属物**。

具有运动功能，是细菌的运动器官



(一) 鞭毛的观察

电子显微镜观察；

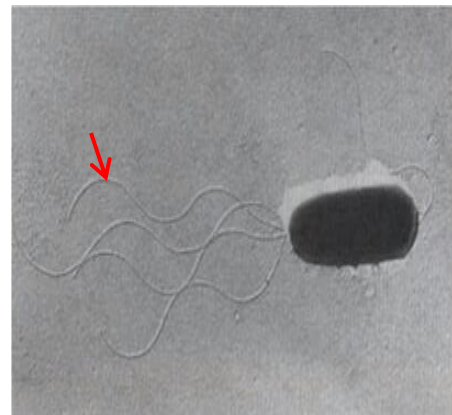
光学显微镜观察：鞭毛染色

培养特征观察：半固体琼脂穿刺；菌落特征

(1) 电子显微镜观察

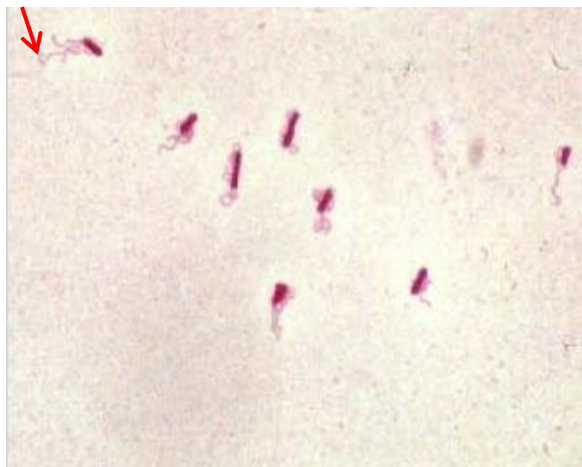
长度: $15 \sim 20 \mu\text{m}$

直径: $0.01 \sim 0.02 \mu\text{m}$



(2) 光学显微镜观察

鞭毛染色：染色前先用媒染剂处理，让它沉积在鞭毛上，使鞭毛直径加粗，然后再进行染色后观察



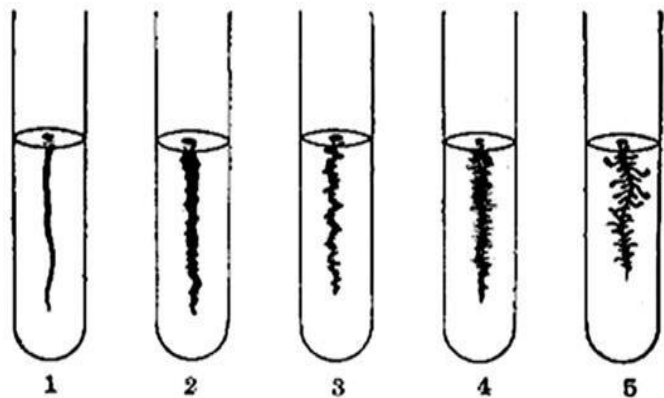
鞭毛染色观察



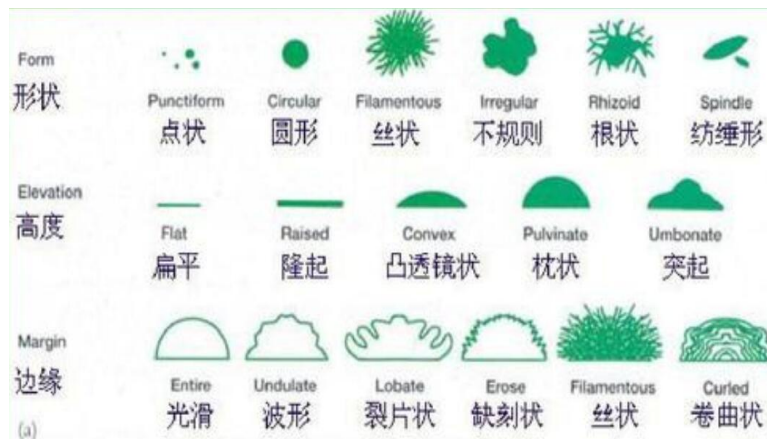
鞭毛染色观察

(3) 根据培养特征判断

半固体穿刺培养

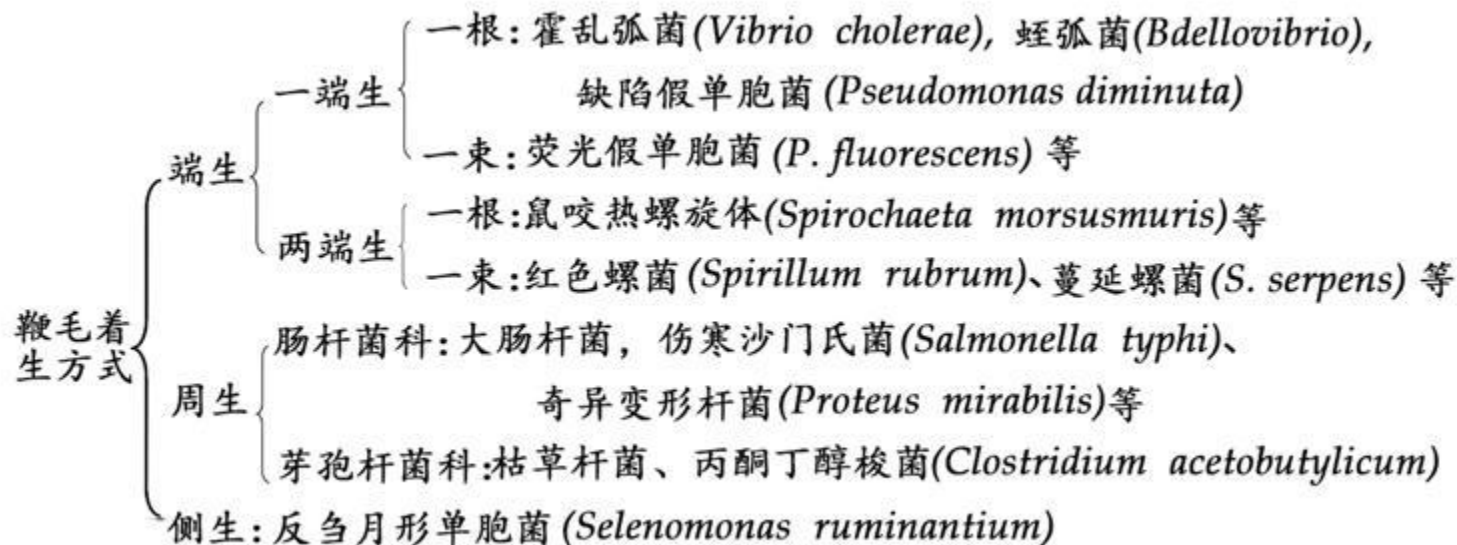


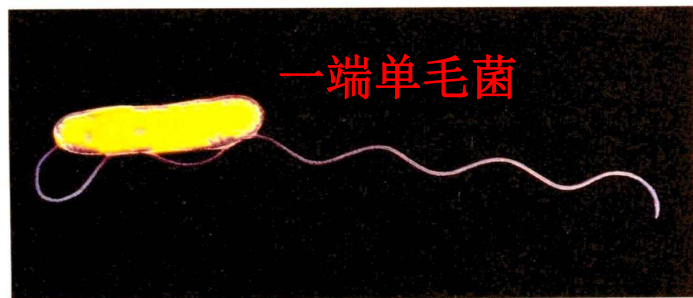
菌落的外形



(二) 鞭毛的着生方式

鞭毛的有无和着生方式可作为菌种分类鉴定的重要依据





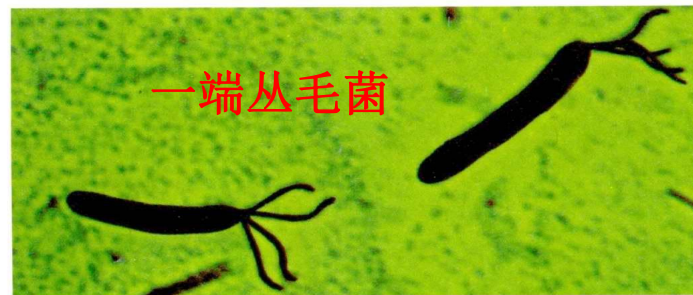
(a)

10 μm



(b)

1 μm



(c)

10 μm



(d)

(三) 鞭毛的结构

鞭毛由鞭毛丝、鞭毛钩、基体三部分组成。

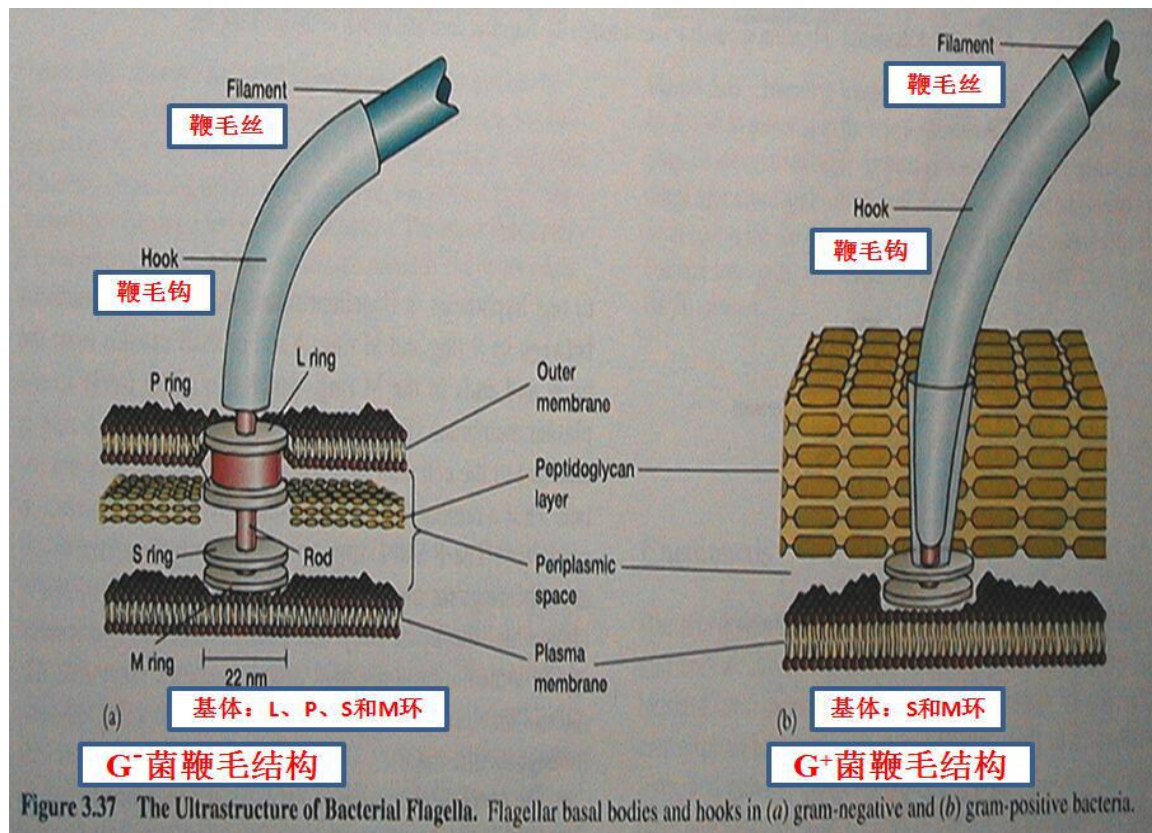
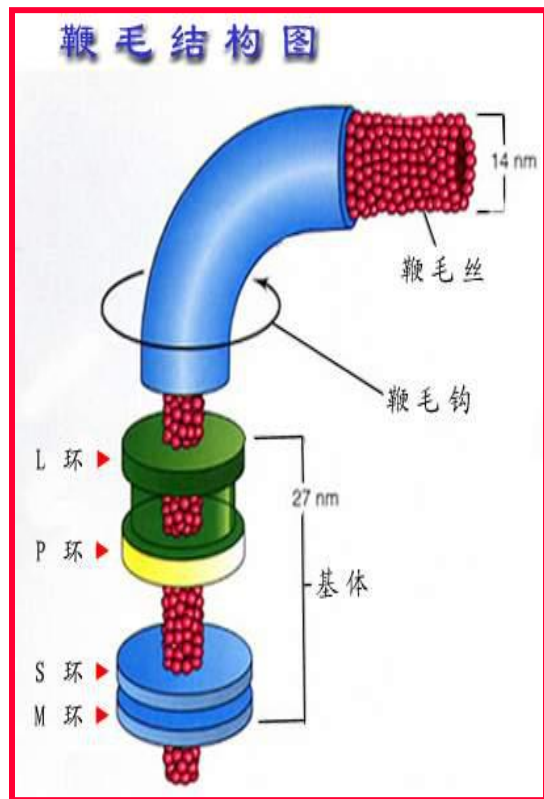


Figure 3.37 The Ultrastructure of Bacterial Flagella. Flagellar basal bodies and hooks in (a) gram-negative and (b) gram-positive bacteria.

四、菌毛

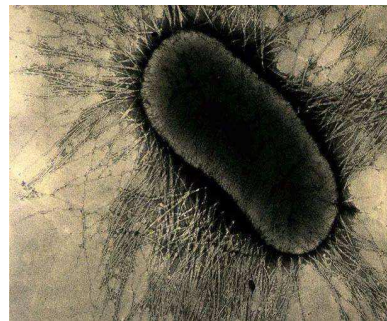
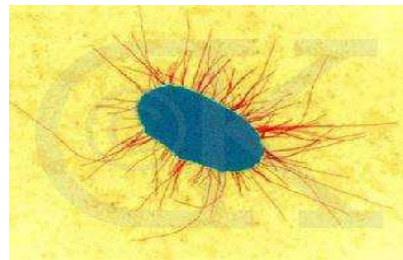
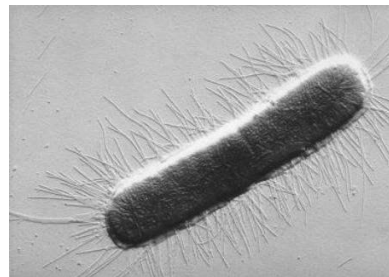
菌毛：长在细菌表面的纤细、中空、短直且数量较多的蛋白质类附属物。

功能：吸附

大小：直径3~10nm，长度可达数微米

数量：250 ~ 300条

多数存在于G⁻致病菌，少数G⁺菌有菌毛

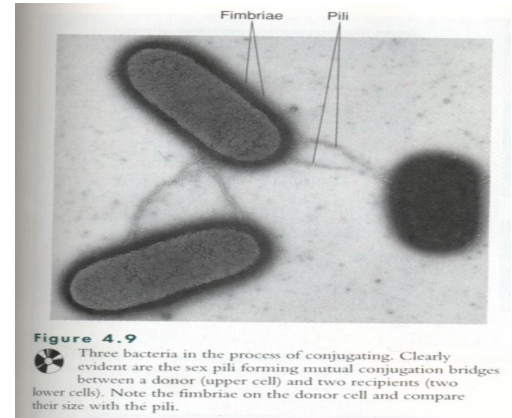
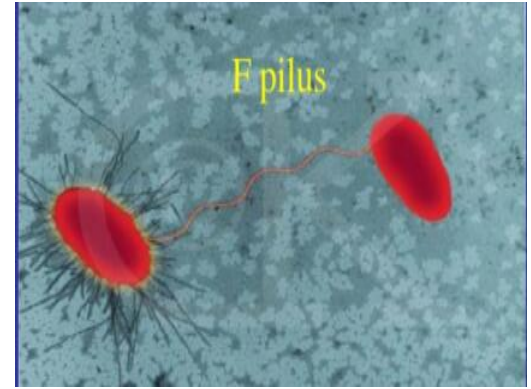


五、性毛

性毛的构造和成分与菌毛相同；但比菌毛长，较粗，数量近1至几根。

功能：传递遗传物质

性毛一般见于革兰氏阴性菌的雄性菌株（供体菌）



思考题

- (1) 细菌的糖被可分为哪几种？各有何特点？
- (2) 细菌的芽孢有哪些特点？
- (3) 如何判断细菌是否产生鞭毛？

拓展思考题

- (1) 细菌糖被与生物被膜有何区别和联系？
- (2) 群体调控在芽孢形成过程的作用？