

# 第一章 原核生物的形态、构造和功能

**原核生物：**指一大类细胞核无核膜包裹，只存在称作核区的裸露DNA的原始单细胞生物。

**原核生物类型：**细菌（真细菌、古生菌）、放线菌、蓝细菌、支原体、立克次氏体、衣原体

## 第一节 细菌

**细菌：**是一类细胞细短、结构简单、胞壁坚韧、多以二分裂方式繁殖和水生性较强的原核生物。

# 一、细菌的形态、构造与功能

## (一)、形态、染色

### 1、形态

球菌：球形、近似球形的细菌

单球菌、双球菌、四联球菌、八叠球菌、链球菌、葡萄球菌

杆菌：杆状、近似杆状的细菌

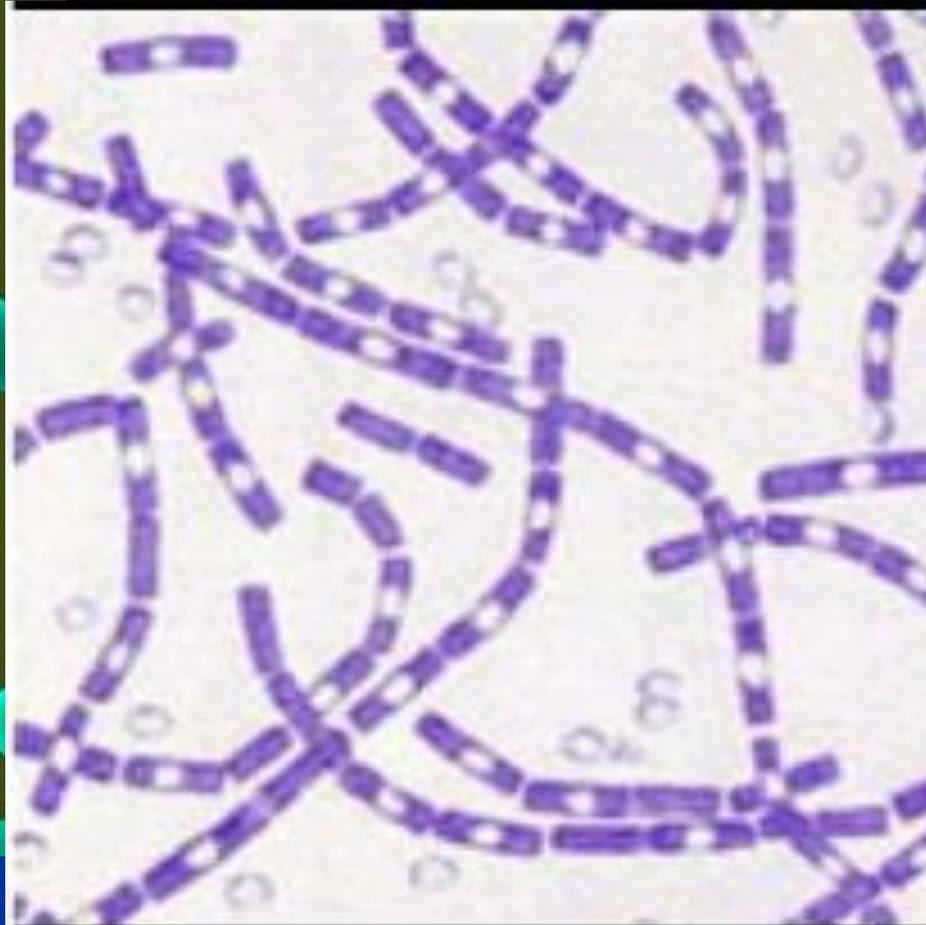
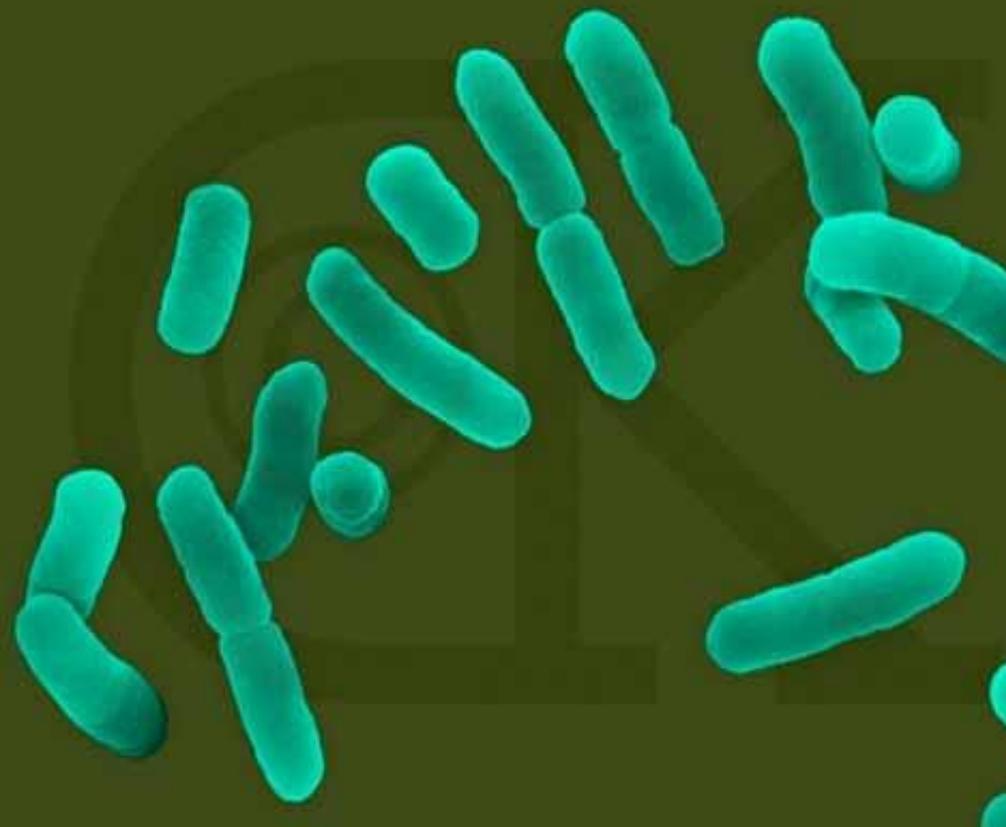
短杆菌、棒杆菌、梭菌、分枝杆菌

螺旋菌：弯曲状

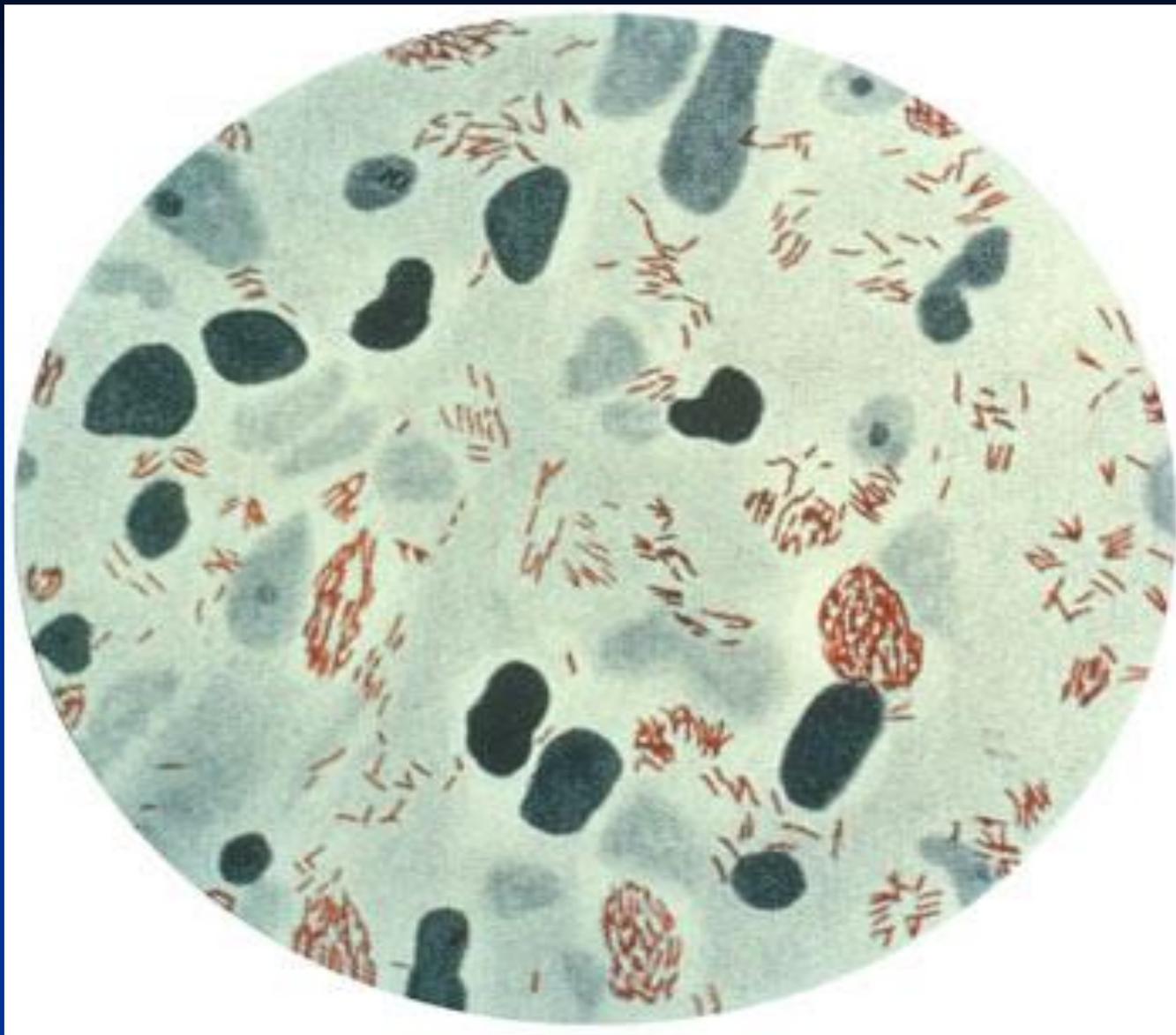
弧菌（螺旋不足一环）

螺菌（螺旋2—6环）

螺旋体（螺旋多于6环）



炭疽芽胞杆菌 3-



分枝杆菌



谷氨酸棒状杆菌 

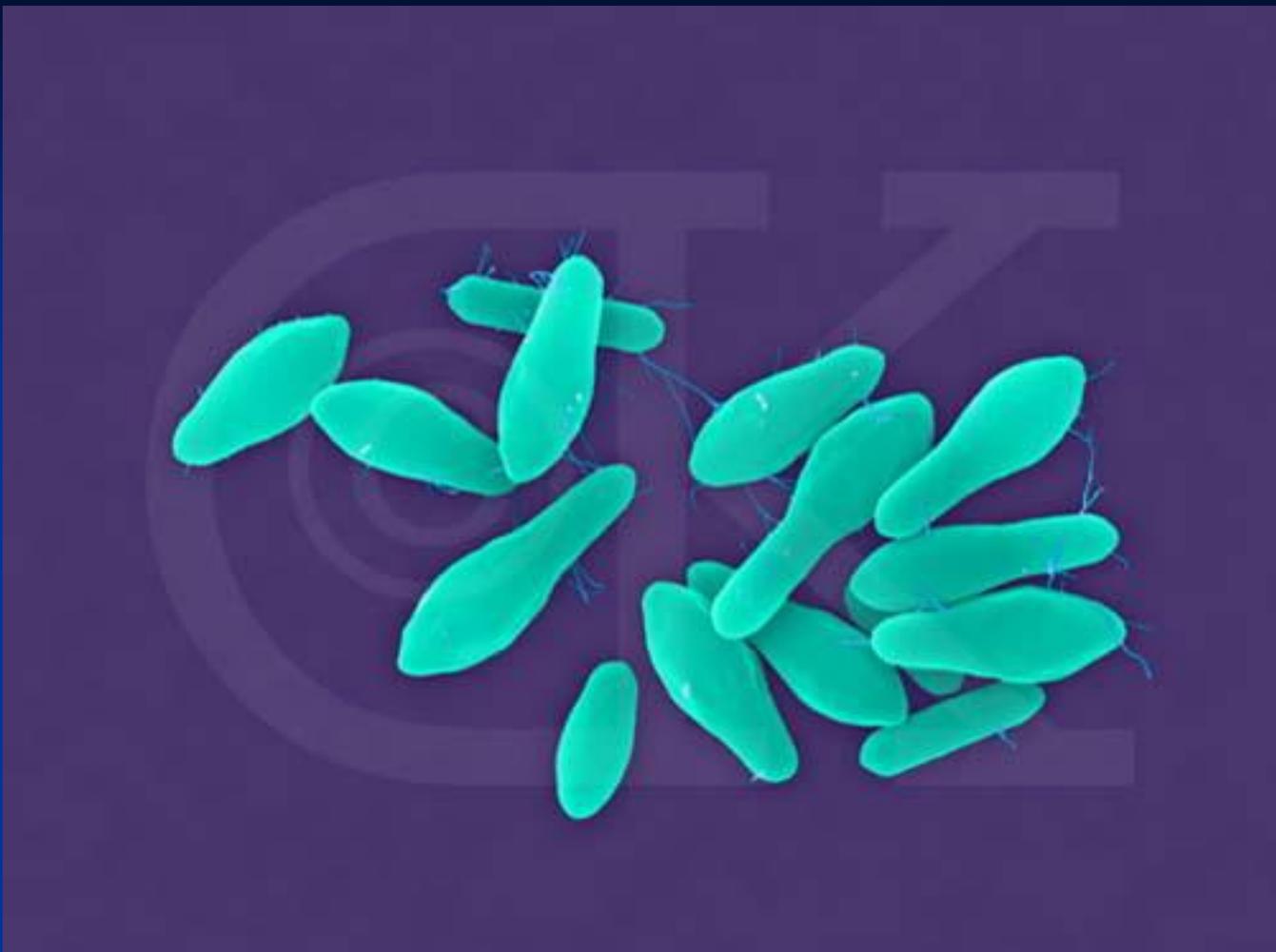


Copyright © 2001 Dennis Kunkel Microscopy, Inc. / Dennis Kunkel

图片上传于 POP.PCPOP.COM

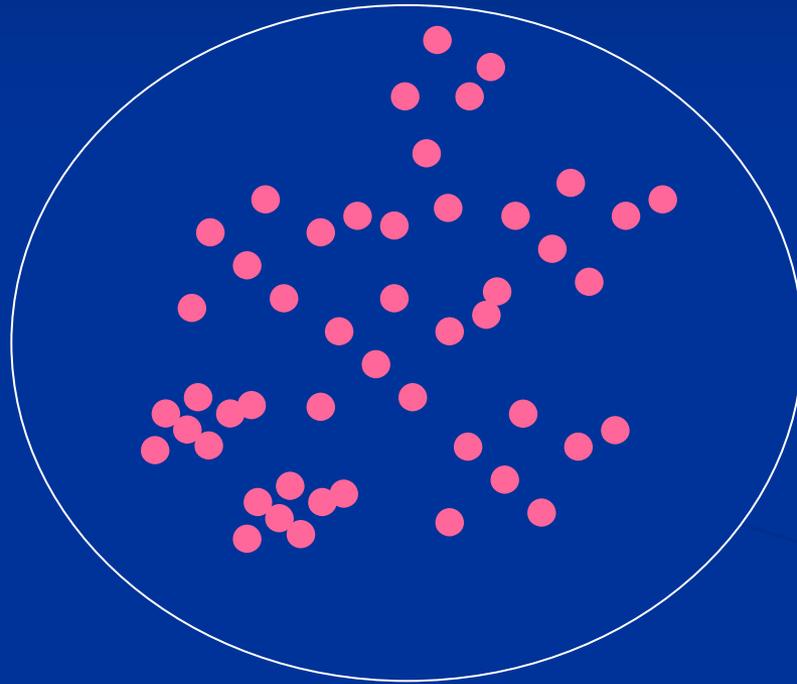
## 球杆菌





破伤风芽孢杆菌

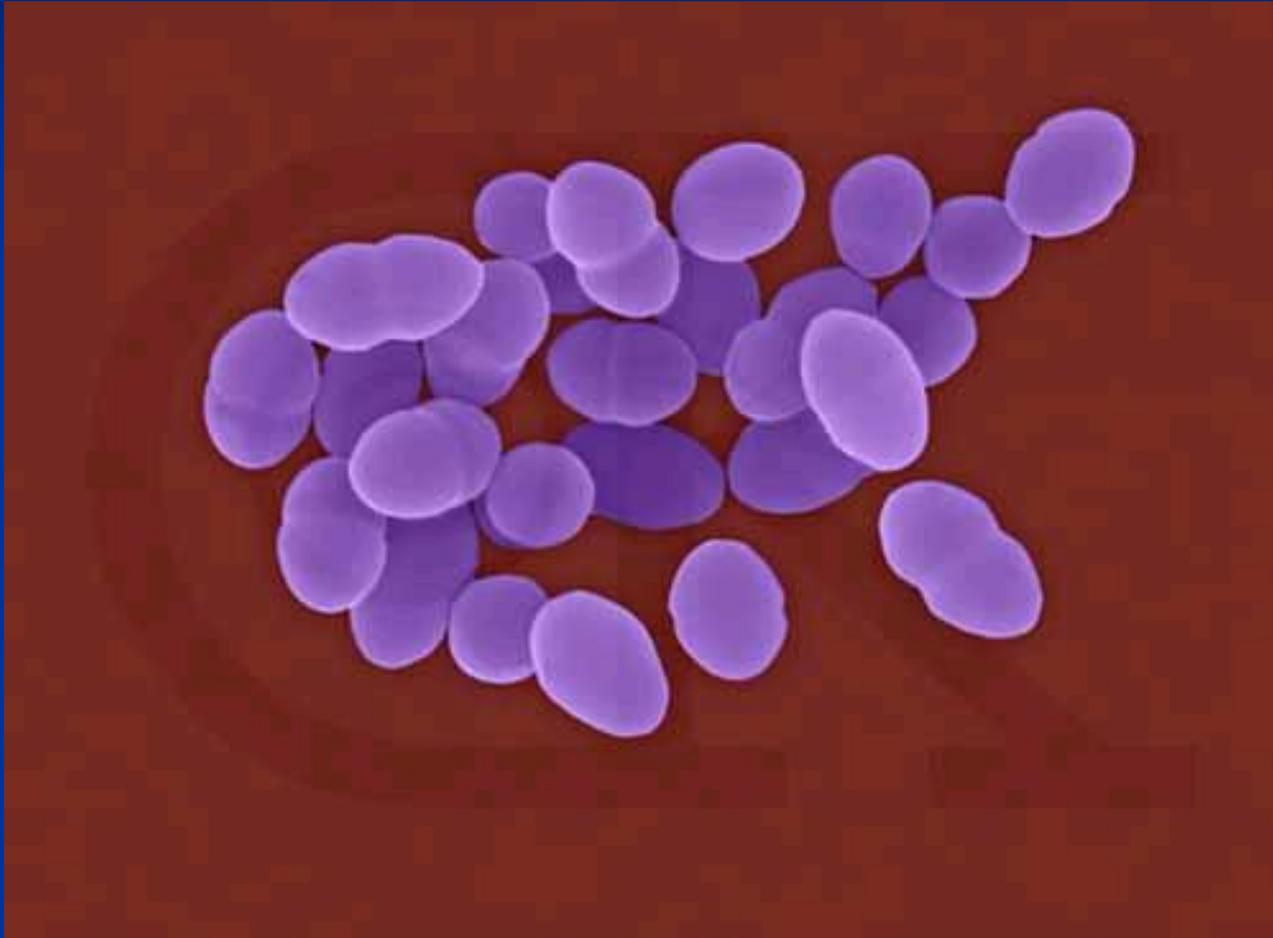
# 单球菌 (single coccus)



单球菌 (显微镜下示意图)

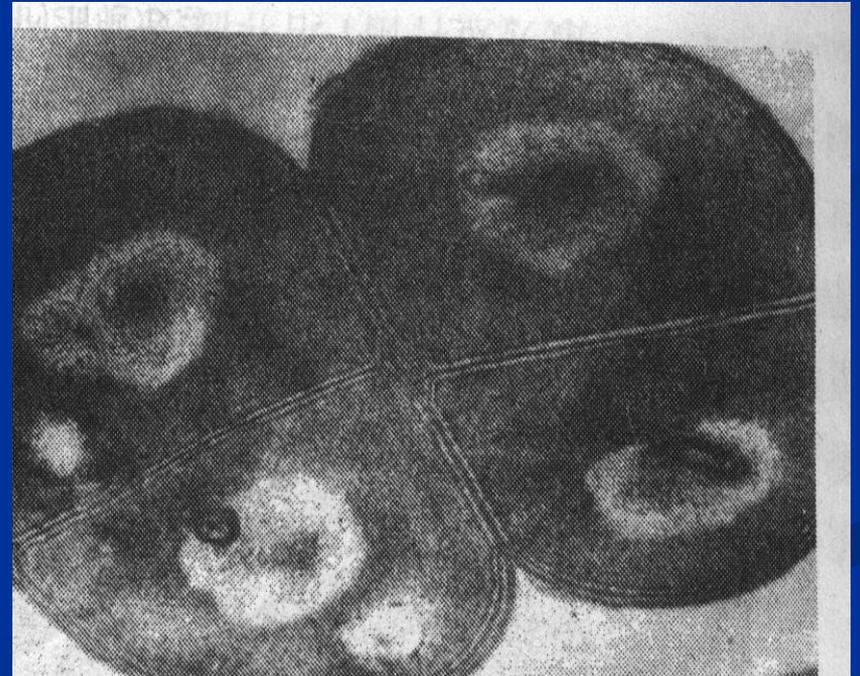
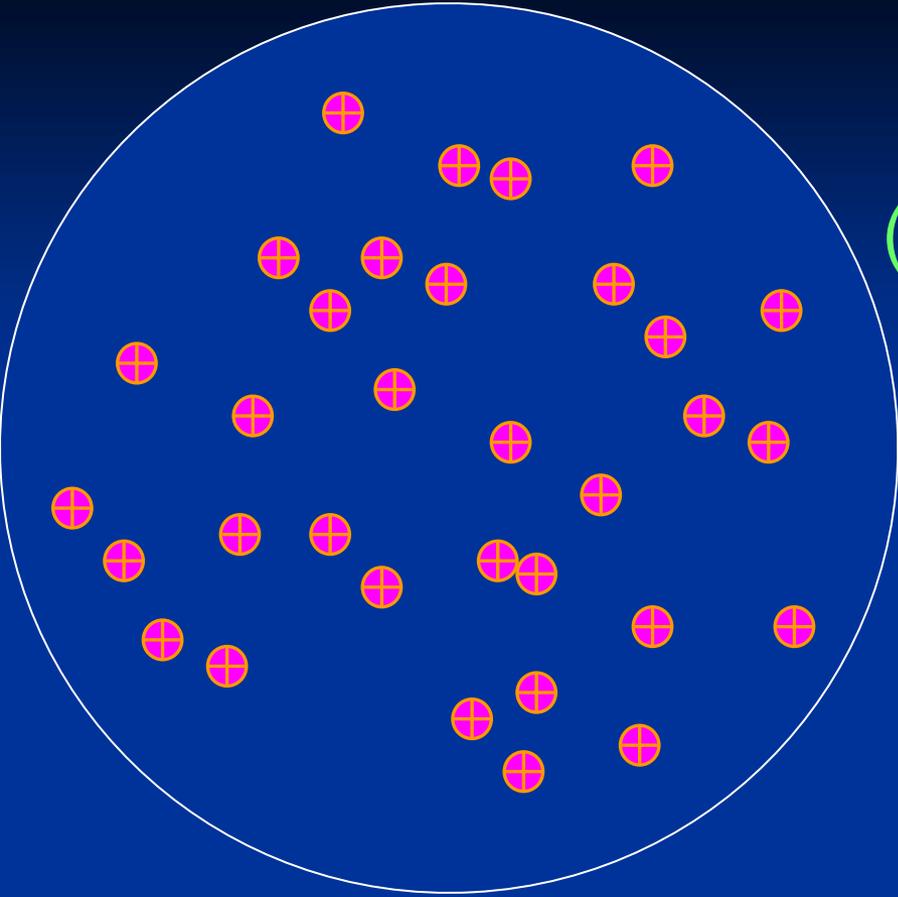


# 双球菌 (double coccus)

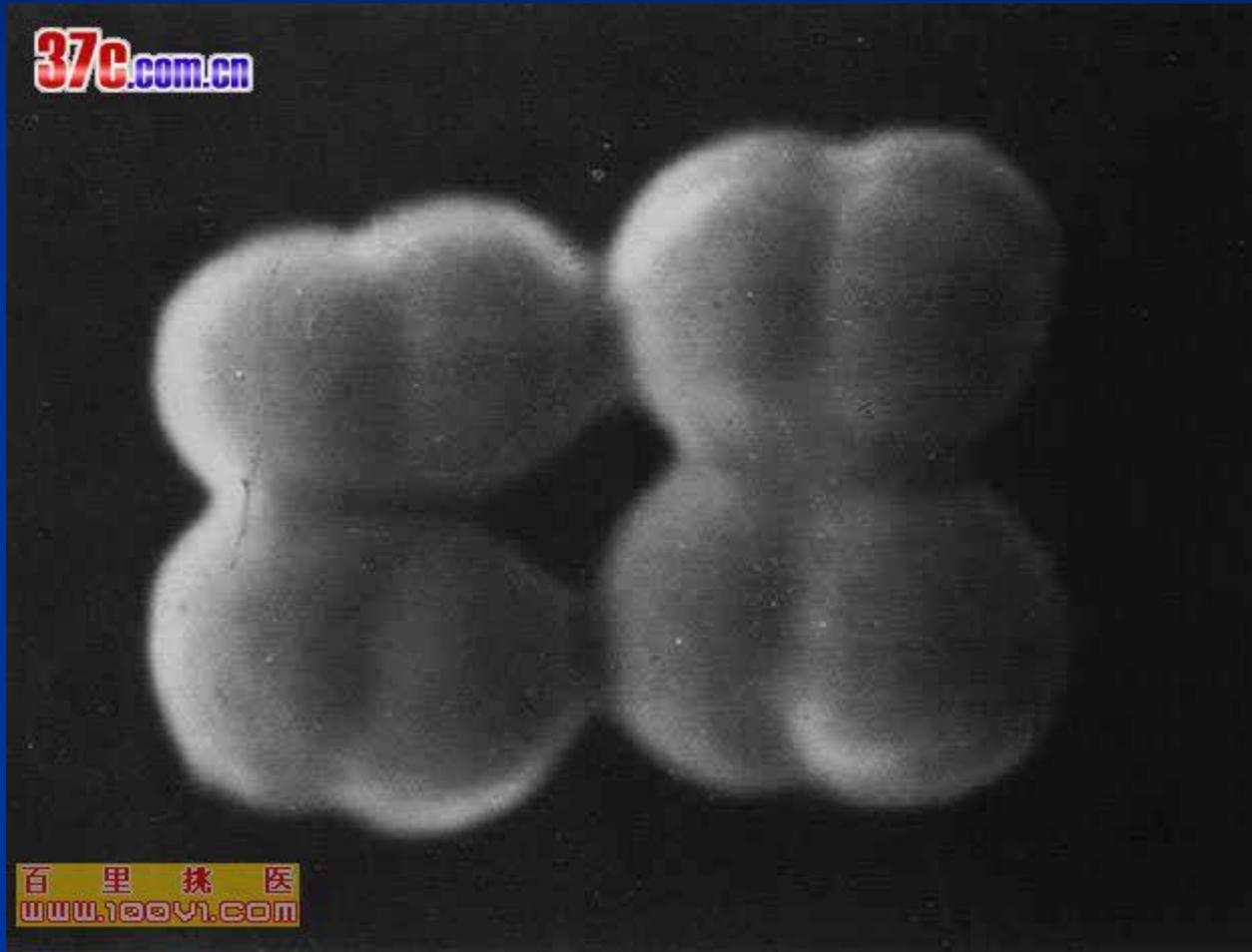


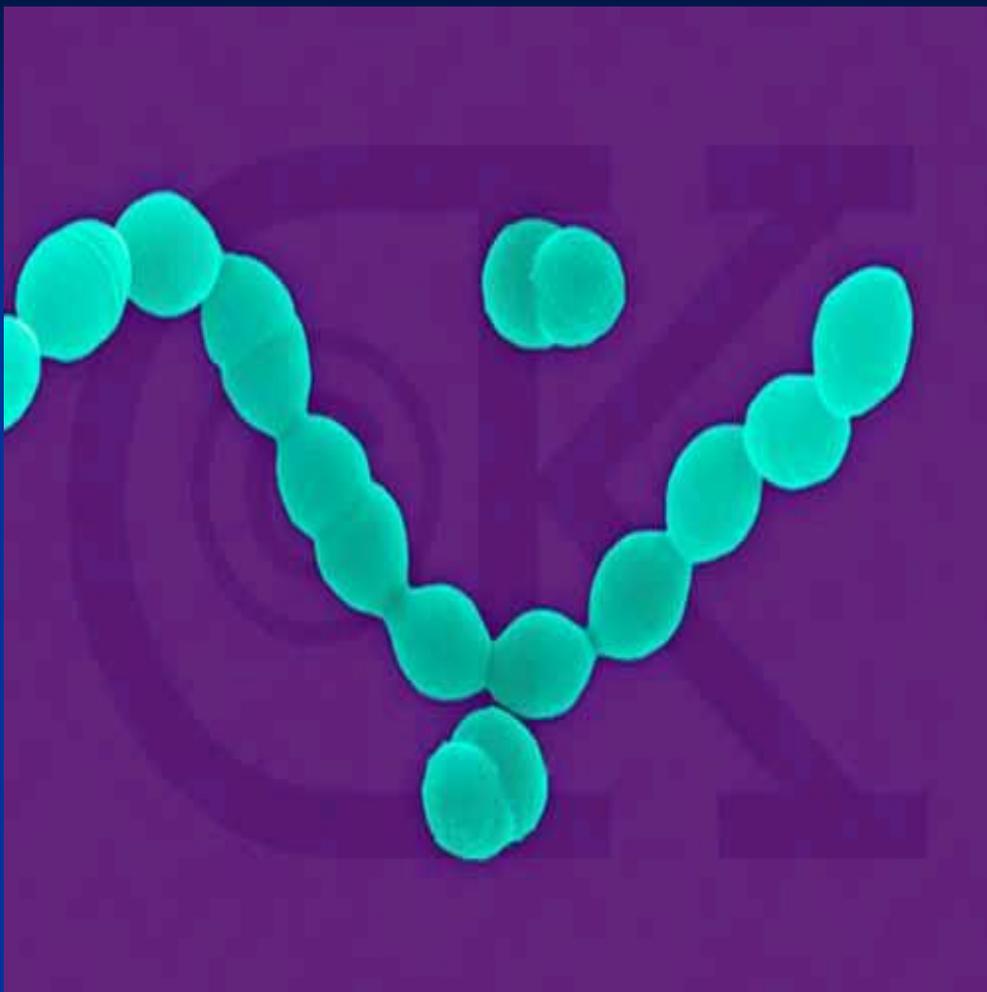
# 四联球菌

(*Micrococcus lactis*)



# 八叠球菌 (Sarcina ureae)

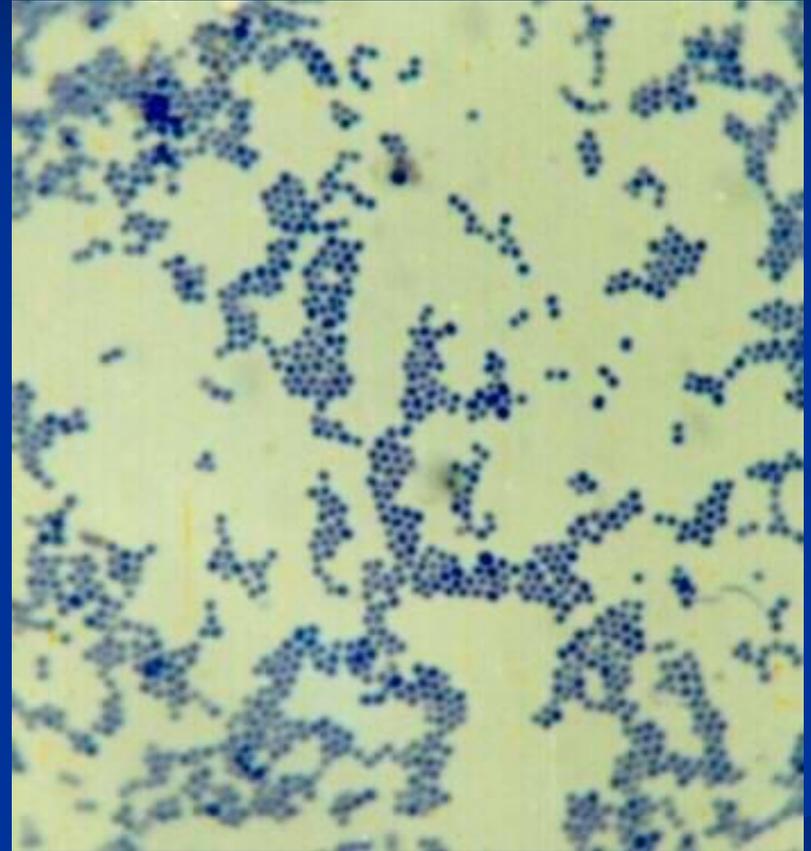
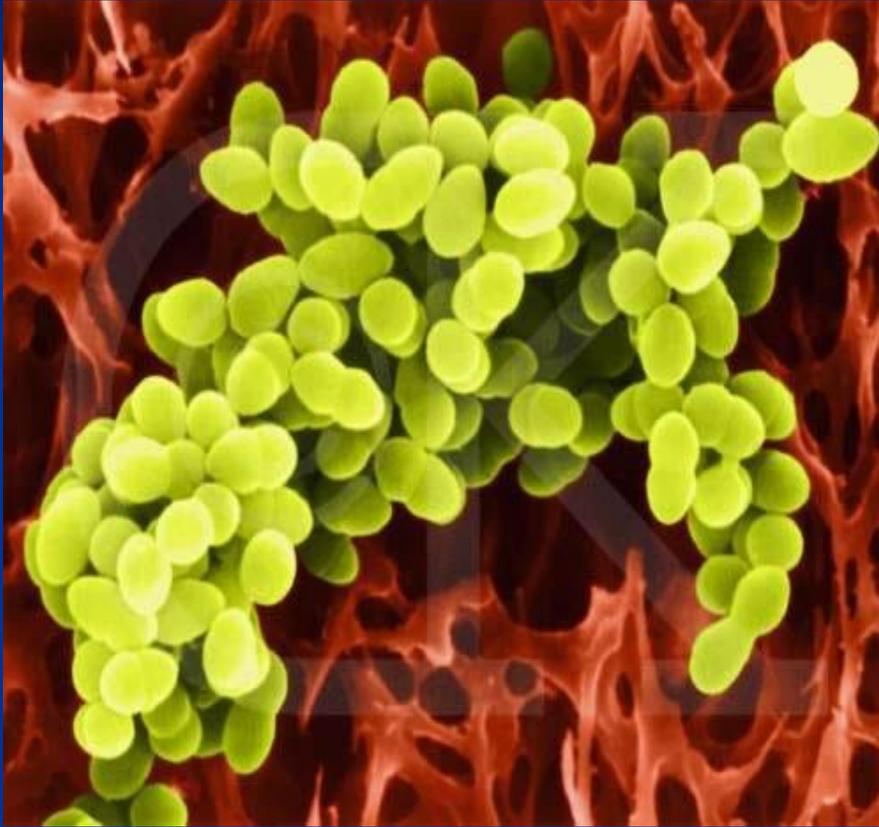




## 链球菌

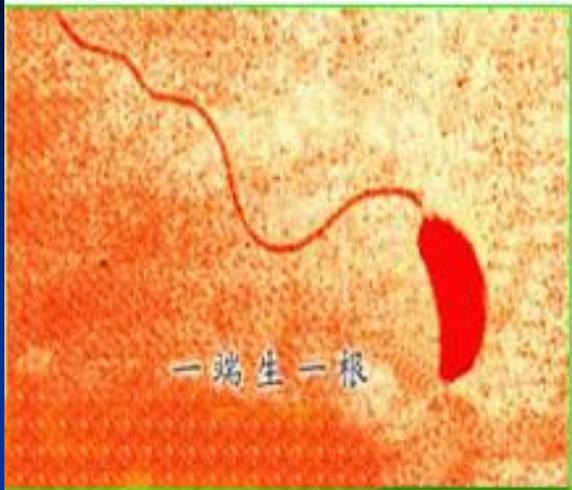


# 葡萄球菌 (Staphylococcus aureus)



左：电镜照片

右：显微镜下的金黄色葡萄球菌

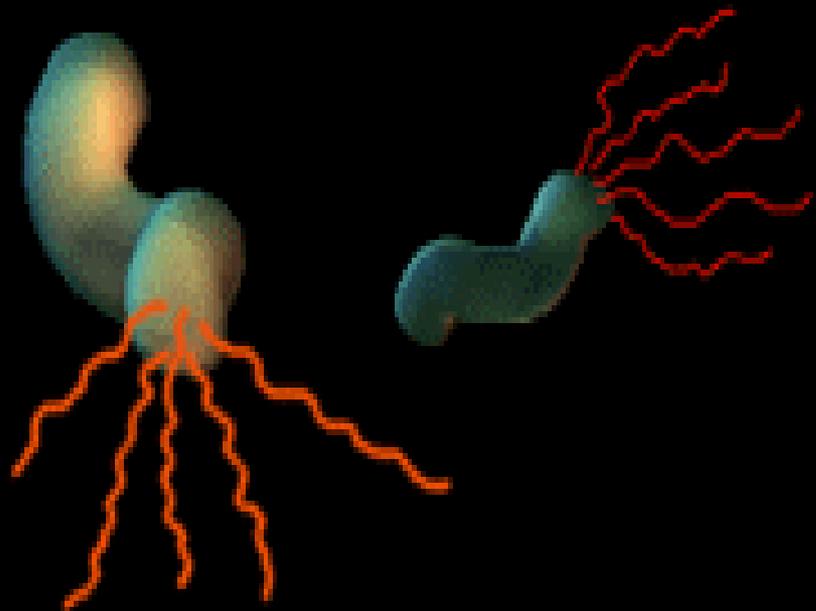


# 弧菌

# d. 幽门螺杆菌



©James A. Sullivan



[www.cellsalive.com](http://www.cellsalive.com)

左：显微数码摄像

右：结构示意图



# 显微镜下的螺旋体



## 2、大小

球菌 ( $d=0.5 \mu\text{m}$ ) 杆菌 ( $2-3 \times 0.5 \mu\text{m}$ )

最大细菌：纳米比亚嗜硫珠菌 ( $d=0.32-1.0\text{mm}$ )

最小细菌：纳米细菌 ( $d=50\text{nm}$ )

### 3、染色：细菌是半透明的，需染色才能看清



## (二)、构造：

### 1、细菌细胞的一般构造

(1)、细胞壁：是位于细胞最外一层厚实、坚韧的外被。

功能

- 固定细胞外形。
- 为细胞生长、分裂、鞭毛运动所必需。
- 阻止大分子有害物质进入细胞。
- 赋予细菌特定的抗原性以及对抗生素、噬菌体的敏感性。

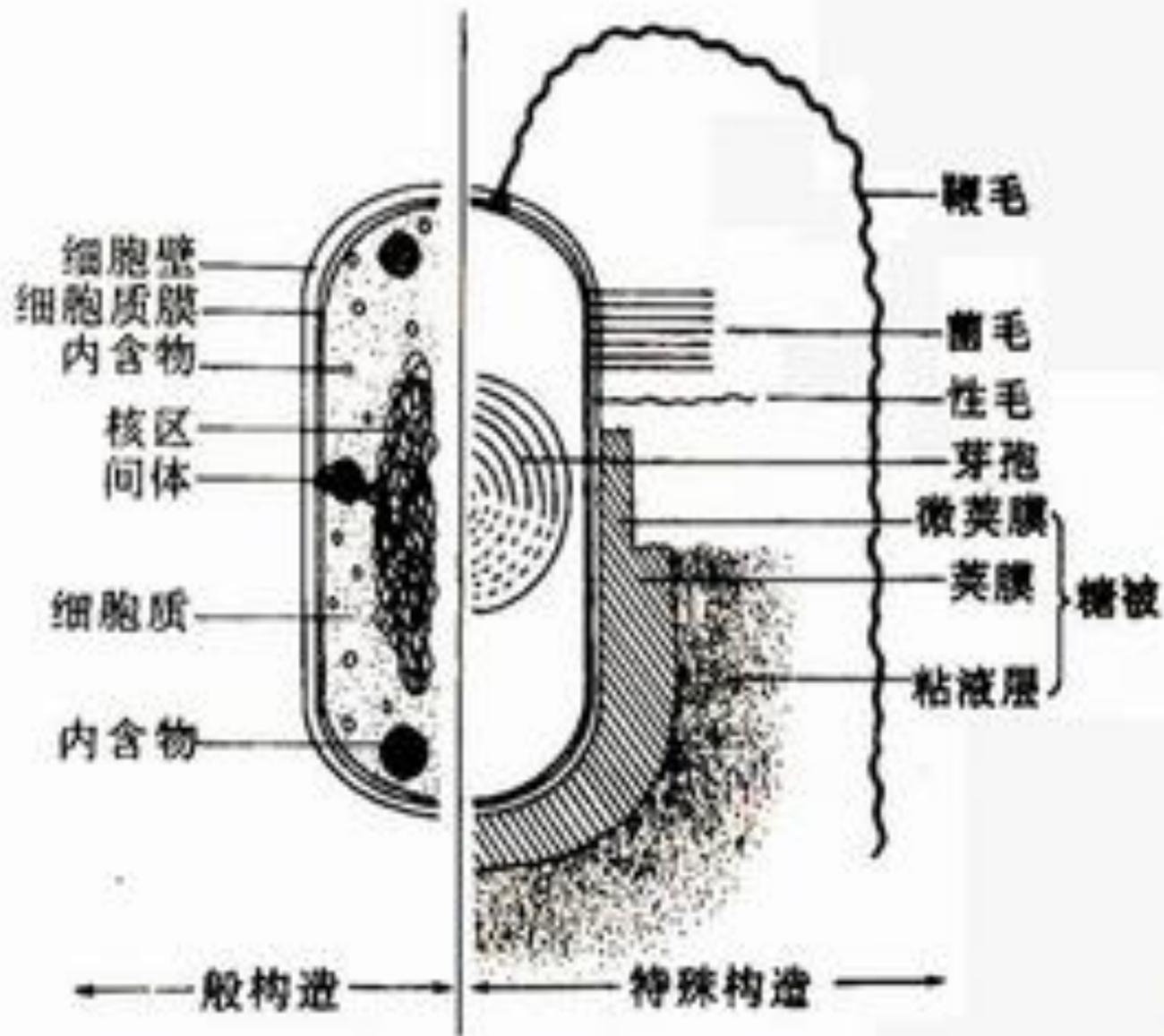


图 3-1 细菌细胞构造模式图

# 化学组成

## 1)、G<sup>+</sup>菌(厚、成分简单)

■ 肽聚糖(90%)

双糖：N-乙酰葡萄糖胺

N-乙酰胞壁酸

四肽尾：L-丙AA、D-谷AA、

L-赖AA、D-丙AA

肽桥：五个甘AA

■ 磷壁酸(10%)

壁磷壁酸：与肽聚糖结合

膜磷壁酸：与膜结合

(以金黄色葡萄球菌为例)





L-Ala

D-GluNH<sub>2</sub>

L-Lys

D-Ala

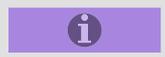
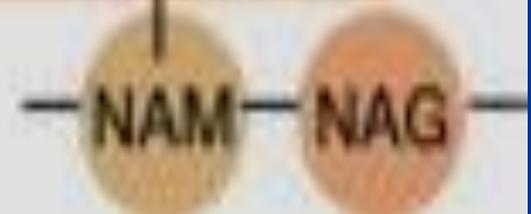


D-Ala

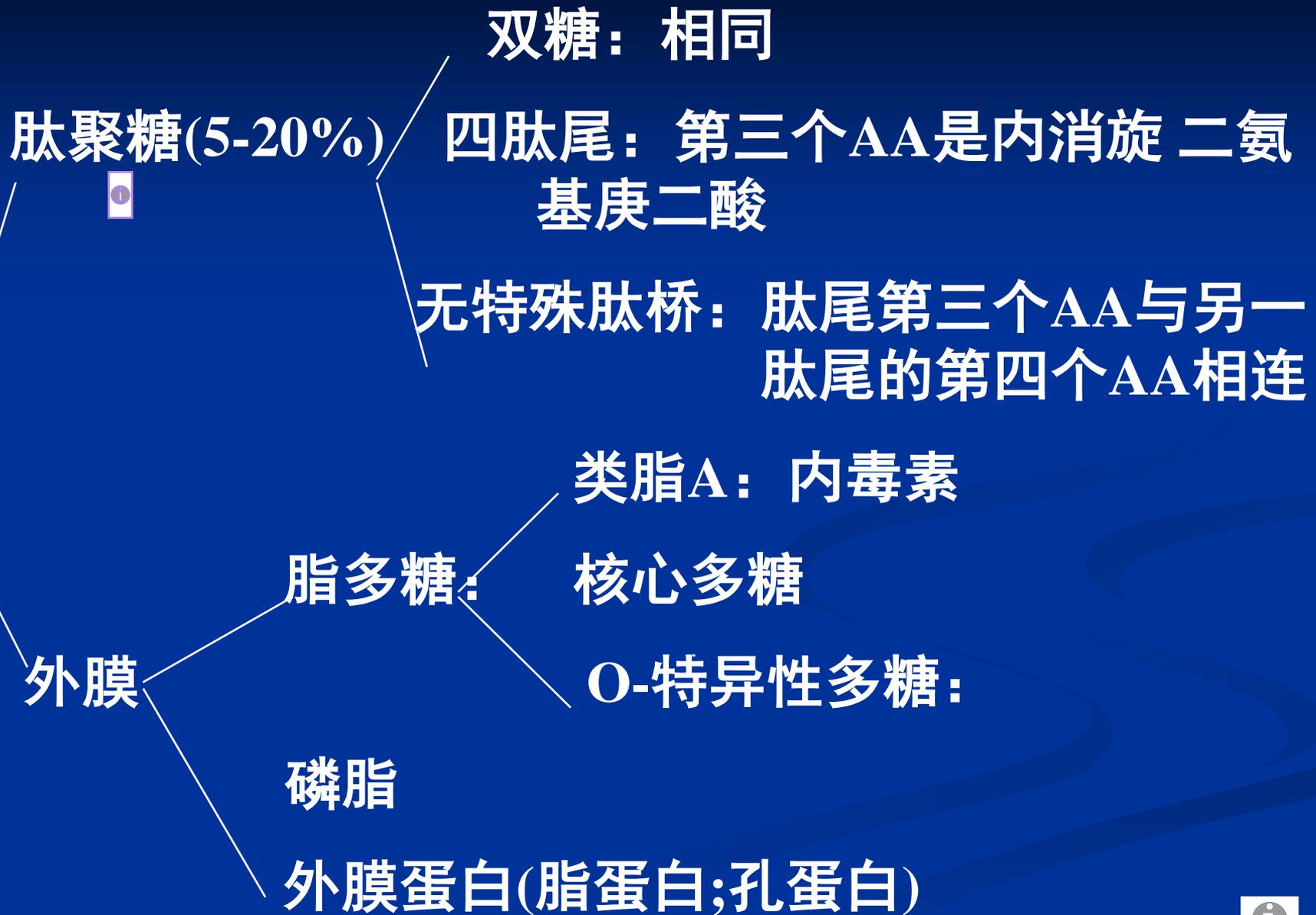
L-Lys

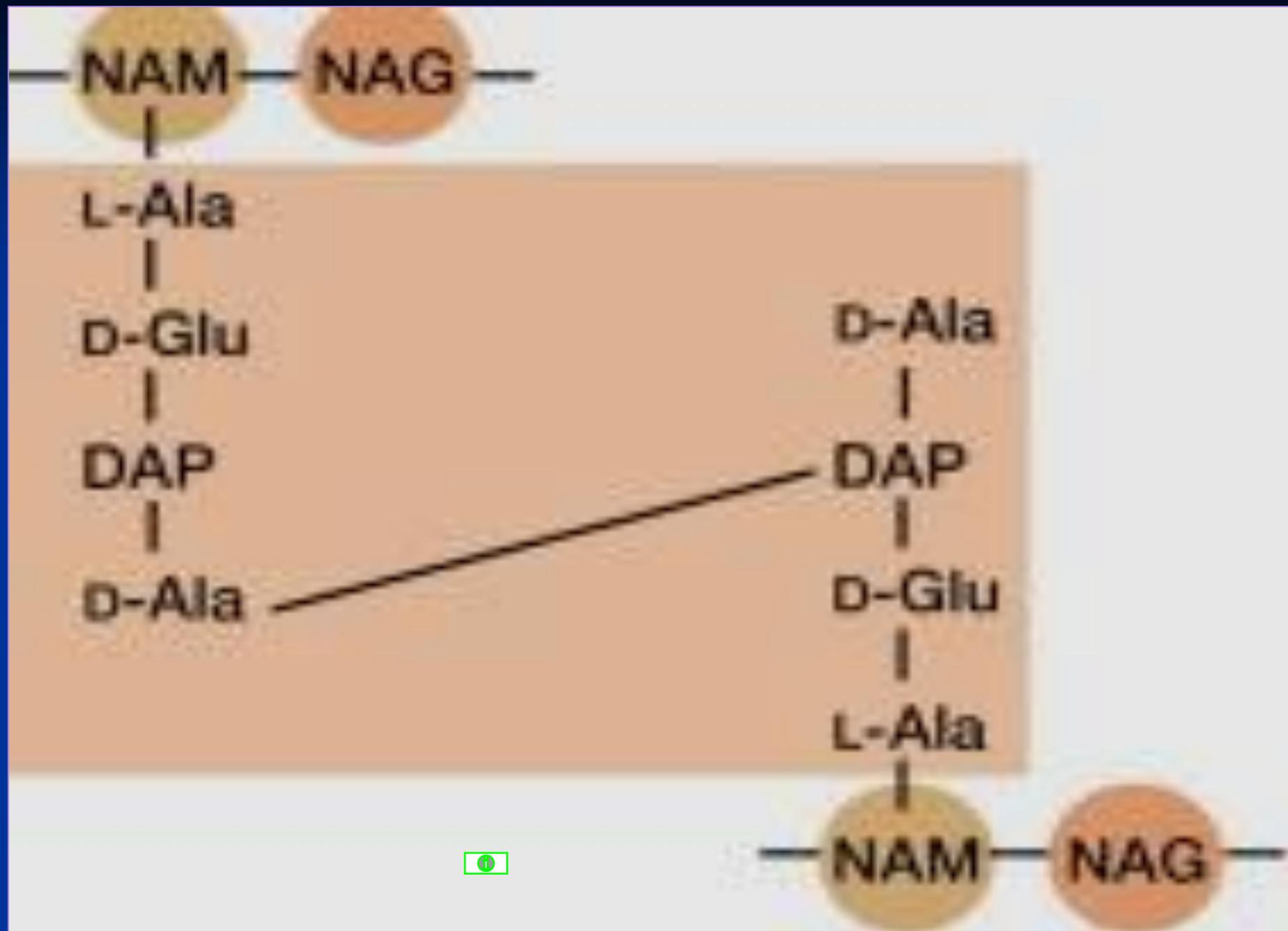
D-GluNH<sub>2</sub>

L-Ala



## 2)、G-菌(薄、成分复杂) (以*E.coli*为例)





**\*溶菌酶：**使肽聚糖中的糖苷键断裂，即切断NAG与NAM间的 $\beta$ -1,4糖苷键，破坏了肽聚糖的骨架，引起细菌裂解。

**\*青霉素：**干扰短肽间的肽键形成，即干扰甘氨酸肽桥与短肽的D-Ala的联结，使细菌不能合成完整的细胞壁而导致死亡。 

**溶菌酶、青霉素杀伤G<sup>+</sup>菌能力强，还是杀伤G<sup>-</sup>菌能力强？为什么？**

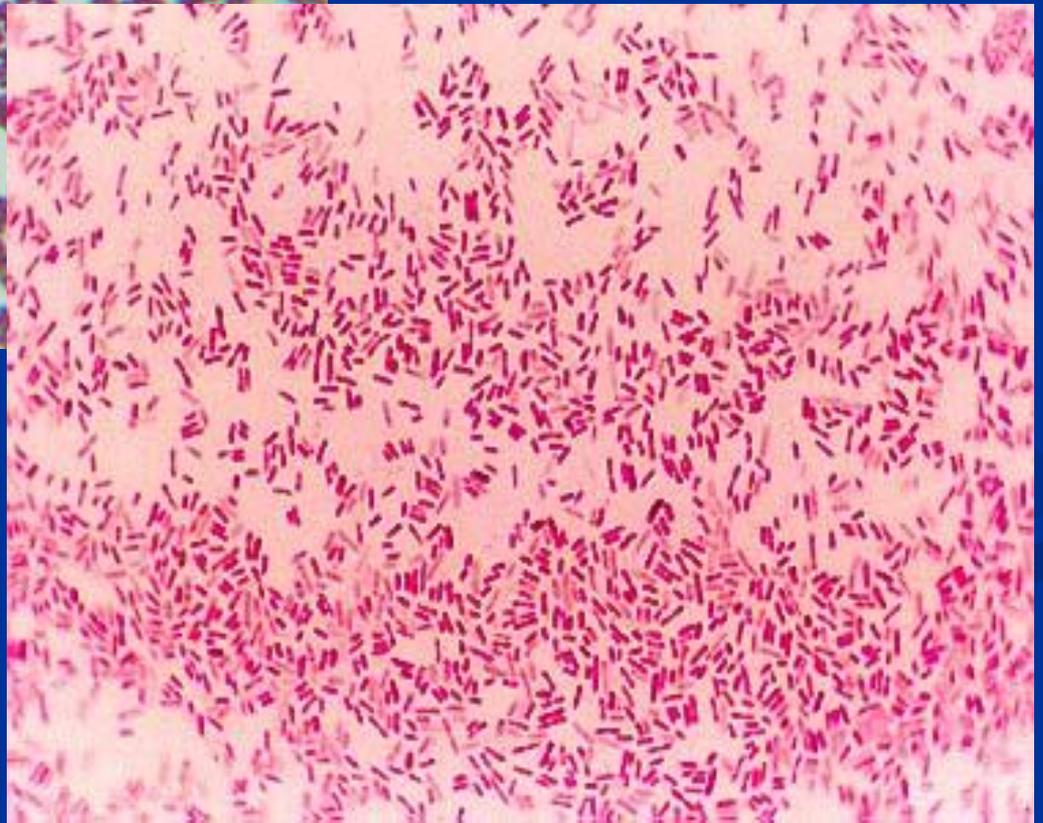
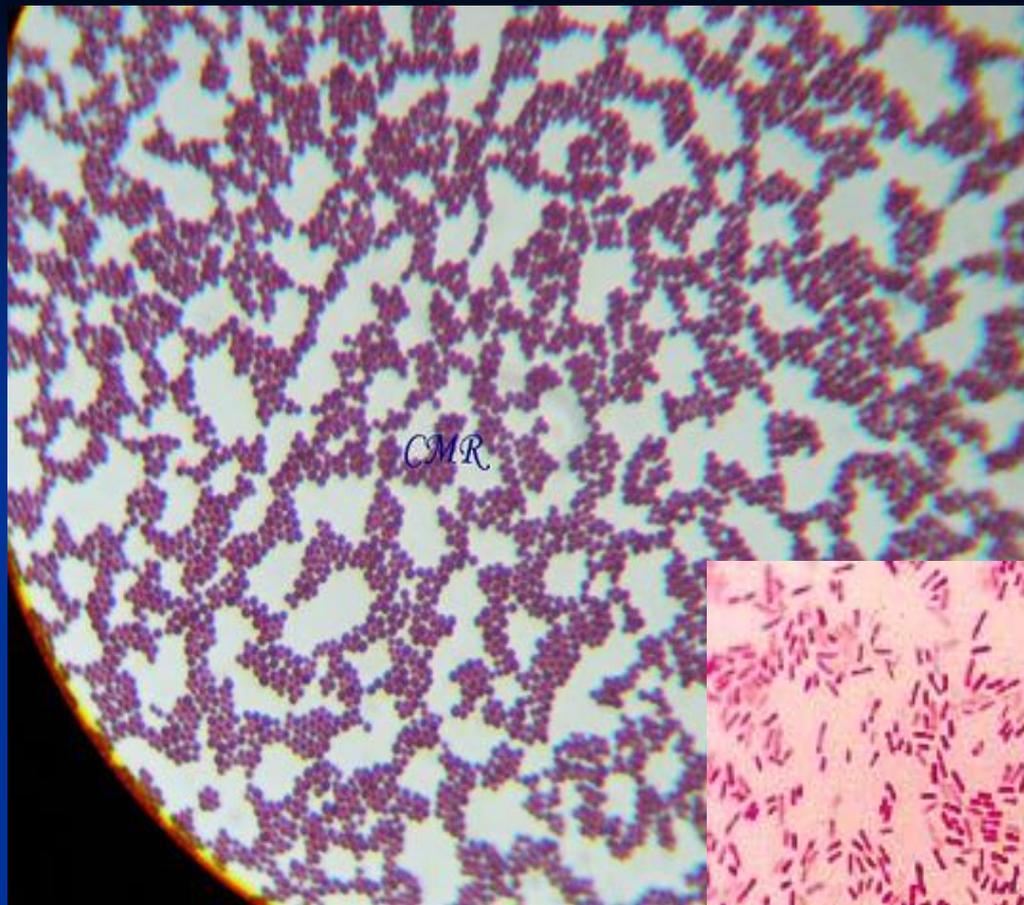
## 5)、革兰染色的机制:

步骤: 涂片 → 干燥 → 固定 → 结晶紫  
(紫色)

**初染** → 碘液 → **媒染** → 乙醇 → **脱色** → 沙黄  
(红色)

**复染** → 镜检

- G<sup>+</sup>菌: 紫色
- G<sup>-</sup>菌: 红色

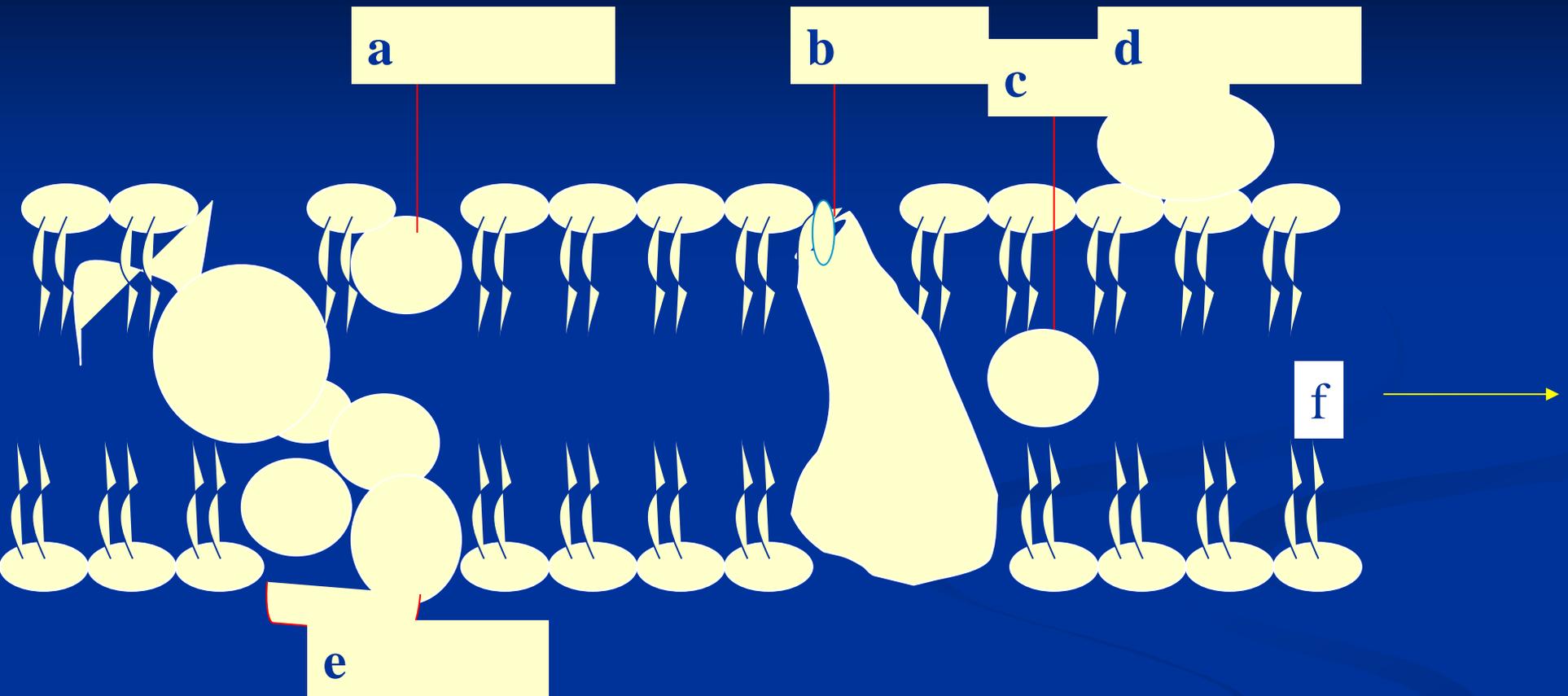


机制：由于G<sup>+</sup>菌和G<sup>-</sup>细胞壁化学成分的差异，引起了两者对染料(结晶紫与碘的复合物)物理阻留能力的不同。G<sup>+</sup>菌细胞壁肽聚糖网层厚，乙醇脱色后，网孔缩小，而且不含类脂，乙醇处理后不会出现缝隙，因此能把结晶紫与碘的复合物留在壁内，使其呈紫色；G<sup>-</sup>菌细胞壁网层少，交联差，而且含类脂多，乙醇处理后，细胞壁出现缝隙，结晶紫与碘的复合物溶出，呈无色，复染后被沙黄染成红色。

(2)、细胞膜：是一层紧贴在细胞壁内侧，包围着细胞质的柔软、脆弱、富有弹性的半透膜。



# 1. 细胞膜



a: 内嵌蛋白; b、c: 内嵌蛋白或整合蛋白

d: 外周蛋白; e: 多酶复合体; f: 脂双分子层

## 生理功能：

- 1)、能选择地控制细胞内、外的营养物质和代谢产物的运送。
- 2)、维持细胞内正常渗透压。
- 3)、合成细胞壁、糖被的场所。
- 4)、含有与能量代谢有关的酶，是产能基地。
- 5)、是鞭毛基体的着生部位，并为其旋转提供能量。

**间体：由细胞膜向内凹陷而形成的囊状构造**

**功能：产生某些酶（青霉素酶）**

**与DNA复制、分配、细胞分裂有关**

**新的观点：制作标本时细胞膜脱水出现的臆  
像**

### (3)、细胞质、内含物

**细胞质：**被细胞膜包围的除核区以外的一切半透明、胶体状、颗粒状物质的总称。

**主要成分：**核糖体、贮藏物、酶类、中间代谢产物、质粒、各种营养物质、大分子单体

**细胞内含物：细胞质内一些形状较大的颗粒状构造。**

**(1)、贮藏物：由不同化学成分累积而成的不溶性颗粒。**

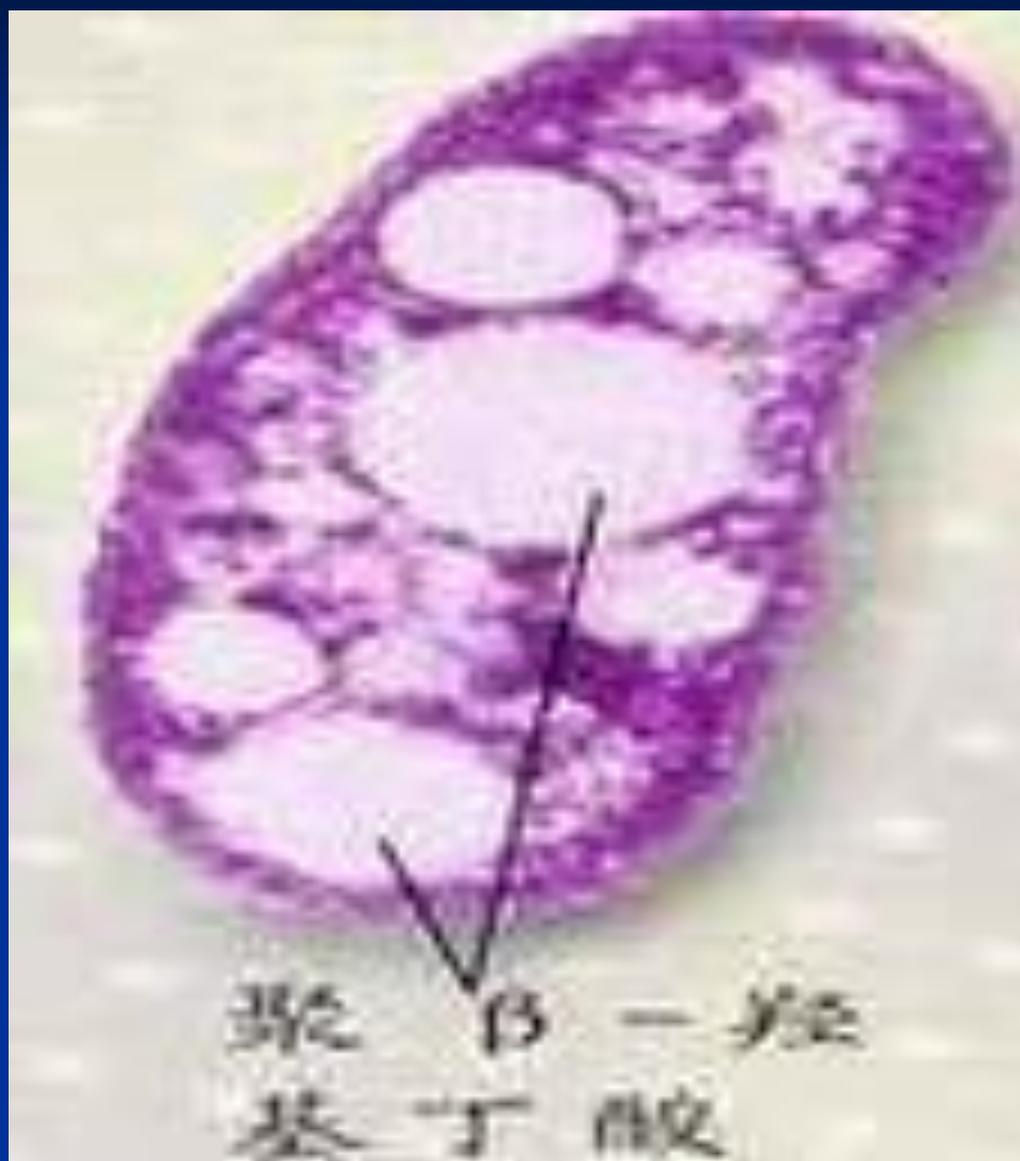
**种类：**

**聚 $\beta$ -羟丁酸 (PHB)**

**聚羟链烷酸 (PHA)**

**无毒、可塑、易降解**



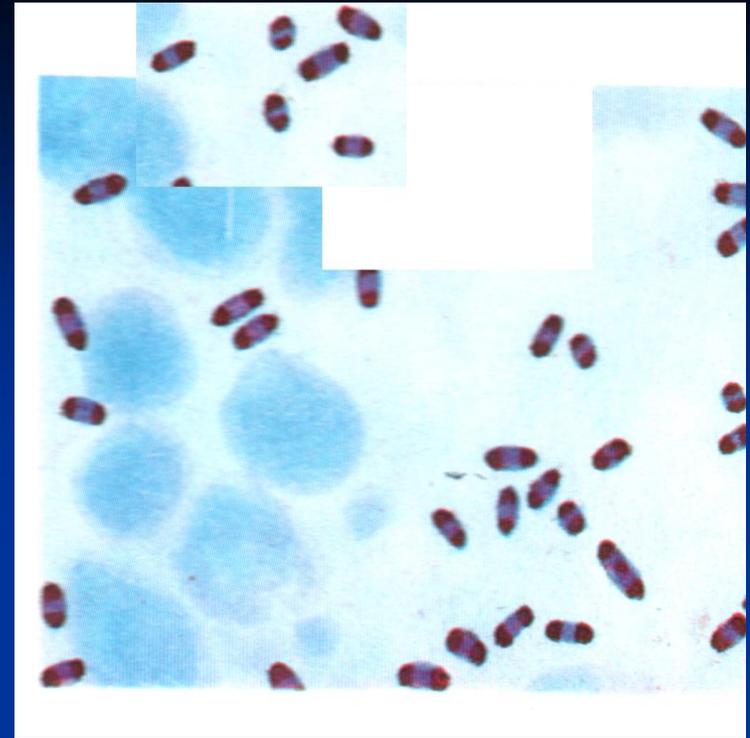


## 异染颗粒

化学成分： 多聚偏磷酸；

作用： 鉴定细菌

贮藏P元素和能量  
降低细胞渗透压

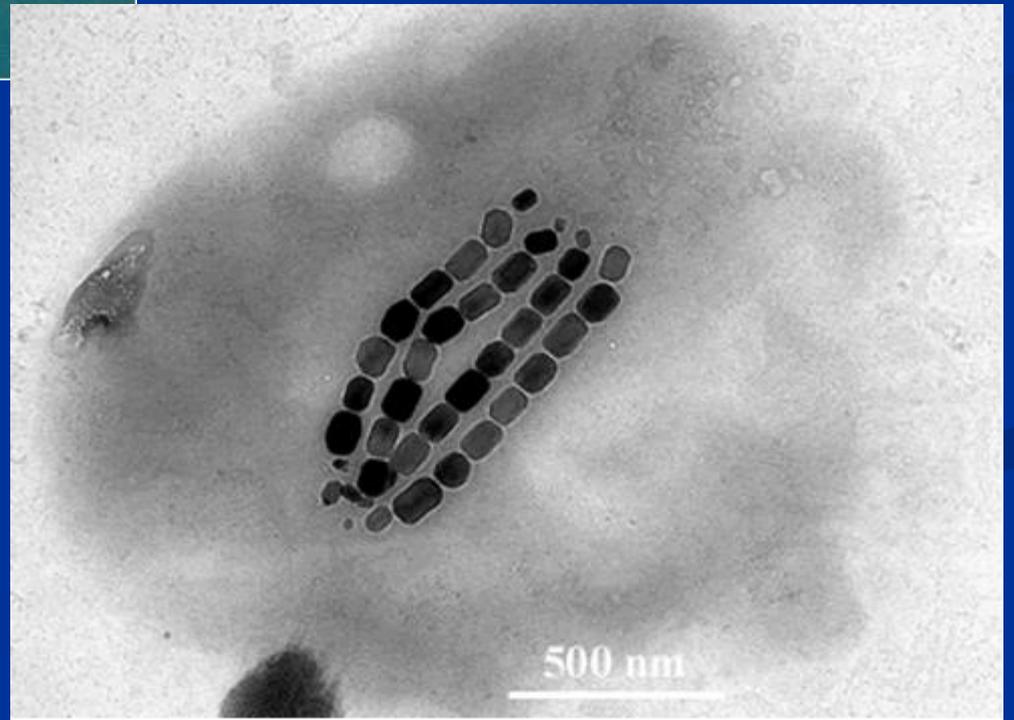
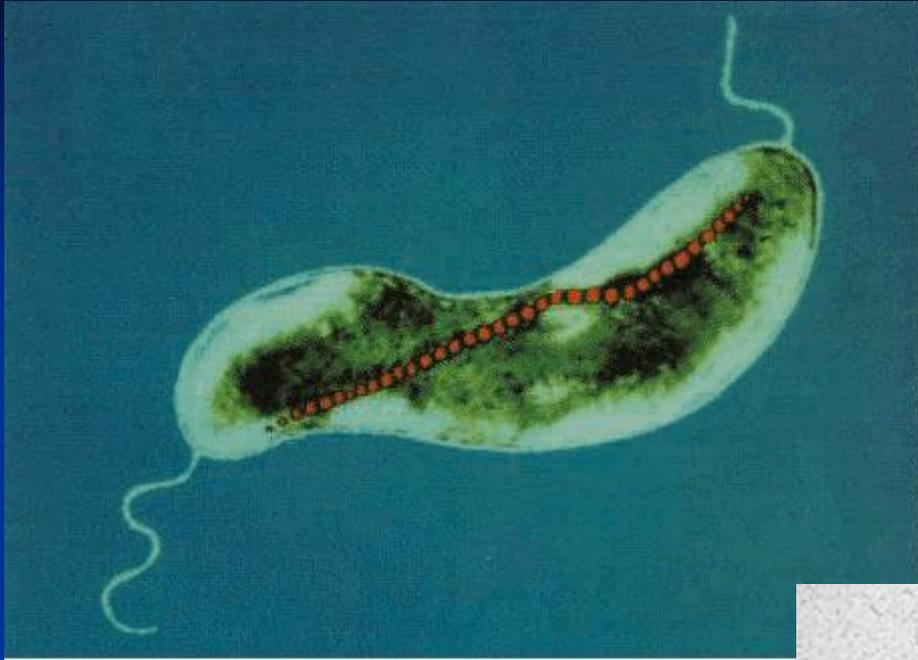


(2)、磁小体： 存在趋磁细菌中

化学成分--- $\text{Fe}_3\text{O}_4$

导向功能

实际应用---磁性定向药物、抗体  
生物传感器



(3)、羧酶体：存在自养细菌中。❶

含1、5-二磷酸核酮糖羧化酶



(4)、气泡：存在光能营养、无鞭毛、水生细菌中  
调节细胞比重，使其漂浮在最适水中。❶

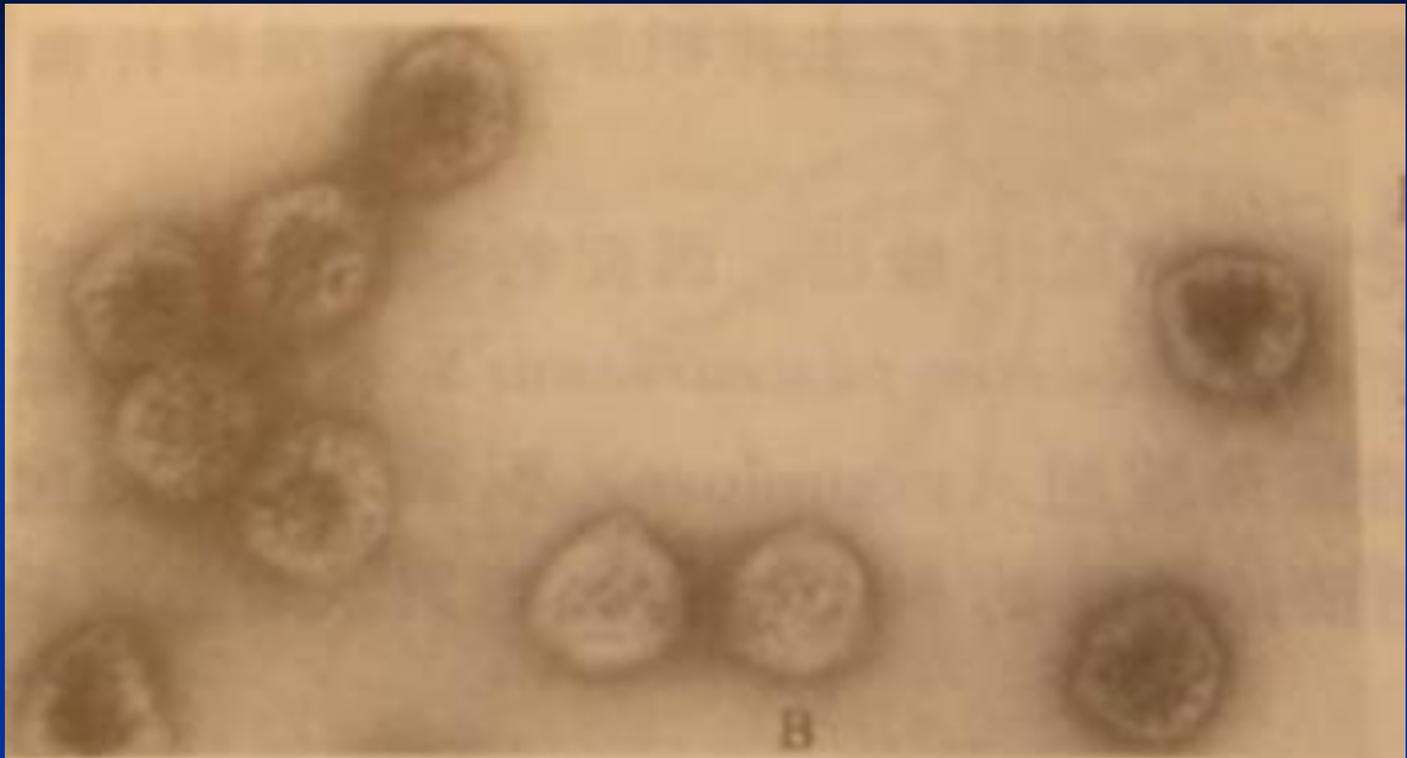


图 2-16 那不勒斯硫杆菌

羧酶体





水生微环菌的气泡

(5)、质粒：是一种独立于染色体外，能进行自主复制的细胞质遗传因子。

作用：1、控制细菌特殊性状。

如：接合作用

耐药性

产毒素

固氮

降解有毒物质

2、基因工程中重要的载体。

(4)、核区：指原核生物所特有的无核膜包裹、无固定形态的原始细胞核。

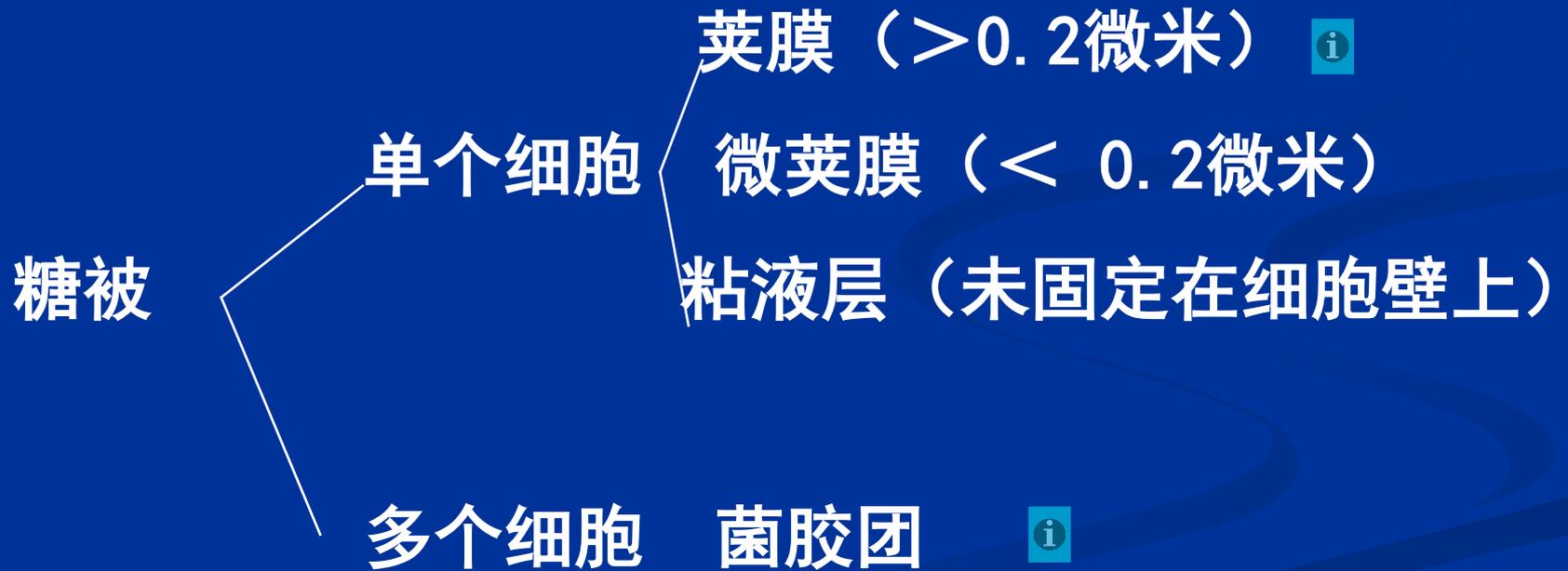
化学成分：DNA（环状双链）

（*E.coli*：1.1—1.4mm 4.64Mb 4300个基因）

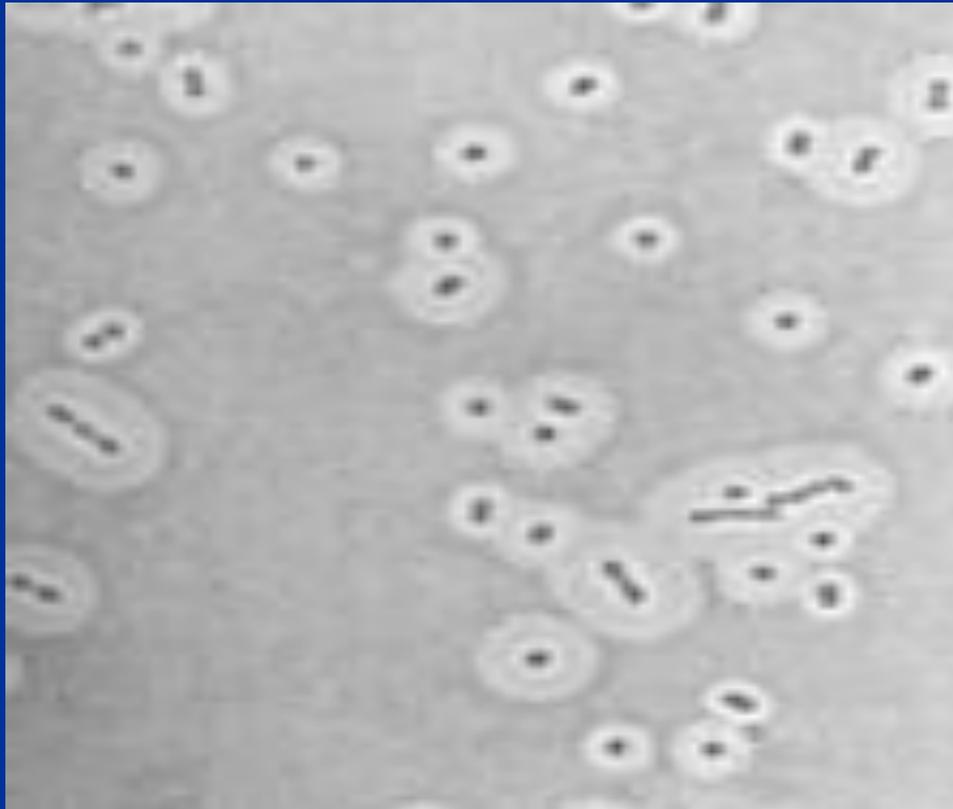
功能：控制细菌的生长、繁殖、遗传、变异

## 2、细菌细胞的特殊构造

(1)、糖被：包被于某些细菌细胞壁外一层厚度不定的透明胶状物质。



**荚膜：包被于细菌细胞壁外且与细胞壁紧密结合，厚度大于 $0.2\ \mu\text{m}$ ，有固定层次的透明胶状物质。**





**化学成分：多糖、多肽、多肽和多糖、蛋白质**

**功能：1）、保护细菌：带有极性基团，结合水分子，免受干旱。**

**阻止噬菌体的吸附、裂解  
抗吞噬细胞的吞噬**

**2）、贮藏养料**

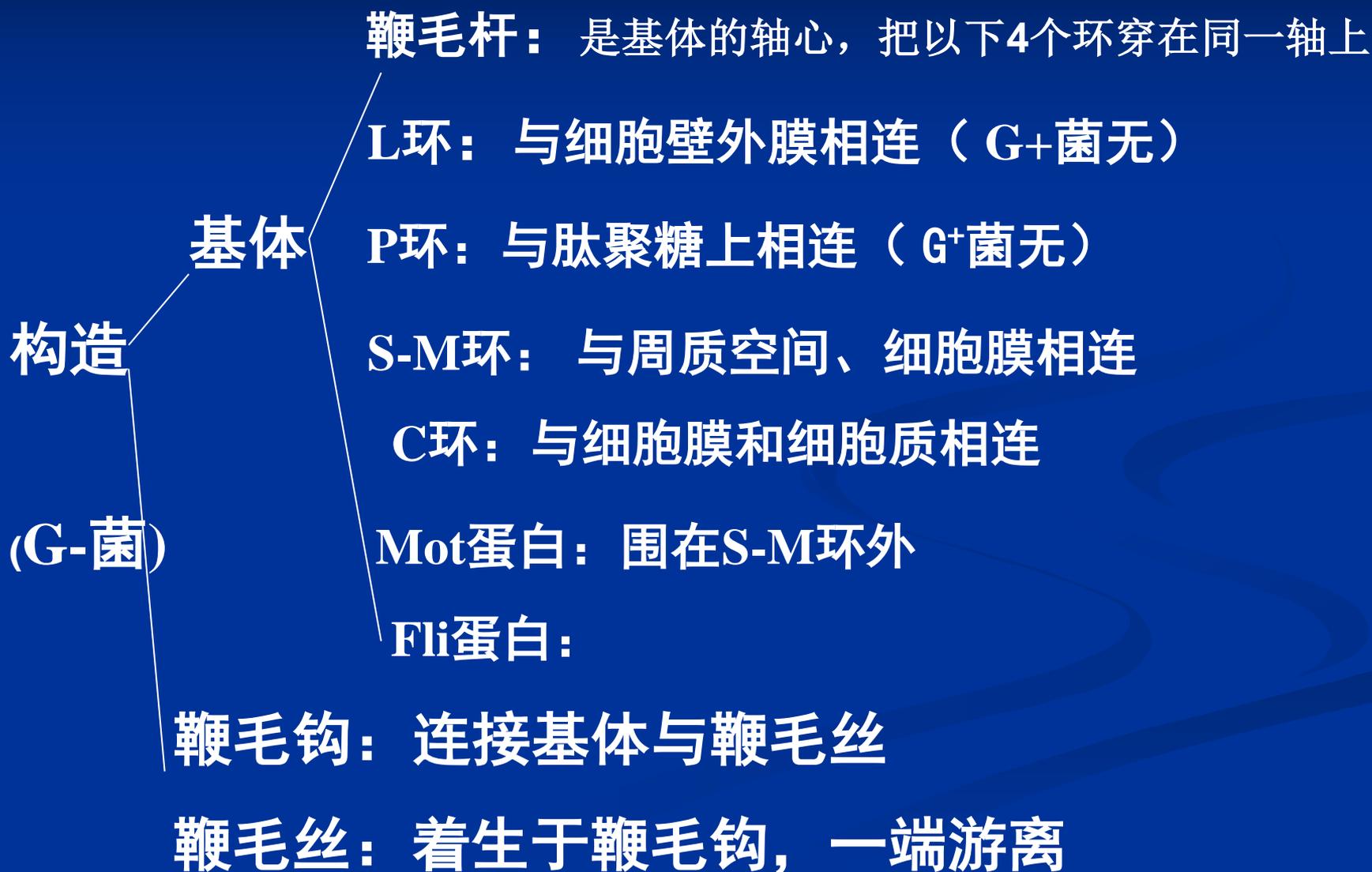
**3）、作为透性屏障，离子交换系统**

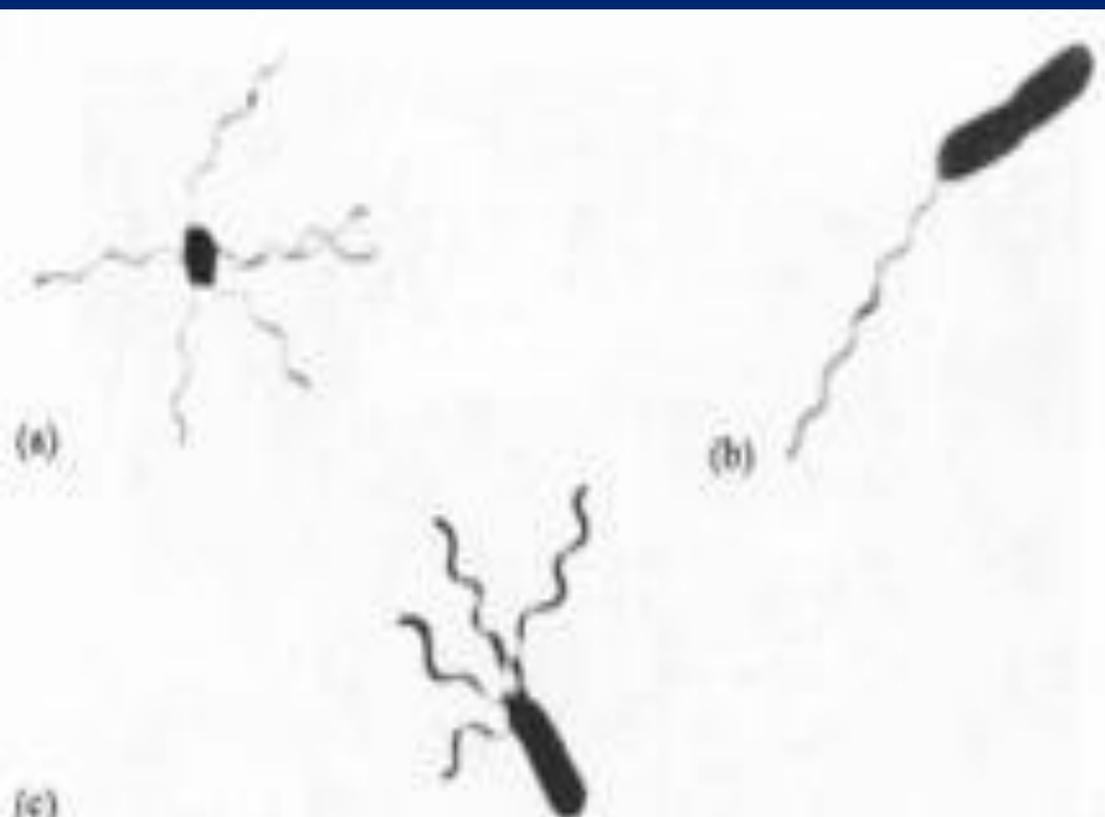
**4）、附着作用（口腔内的链球菌导致龋齿）**

**5）、细菌间的信息识别作用**

**6）、堆积代谢产物**

(2)、鞭毛：生长在某些细菌表面的长丝状、波曲的蛋白质附属物。





## 功能：

- 1) 推动细菌运动（旋转论、挥鞭论）
- 2) 鉴定细菌（依据有无、着生方式）
  - （端生—单端鞭毛菌、两端鞭毛菌）
  - （周生—周毛菌）
  - （侧生—侧生鞭毛菌）

(3)、菌毛：是一种长在细菌体表的纤细、中空、短直且数量较多的蛋白质附属物。

特点： 无基体（着生在细胞膜上）

细、多

多见于G-致病菌中

功能：粘附作用

(4)、性毛：比菌毛长、少的丝状物。

功能：与传递遗传物质有关

是RNA噬菌体的特异性受体

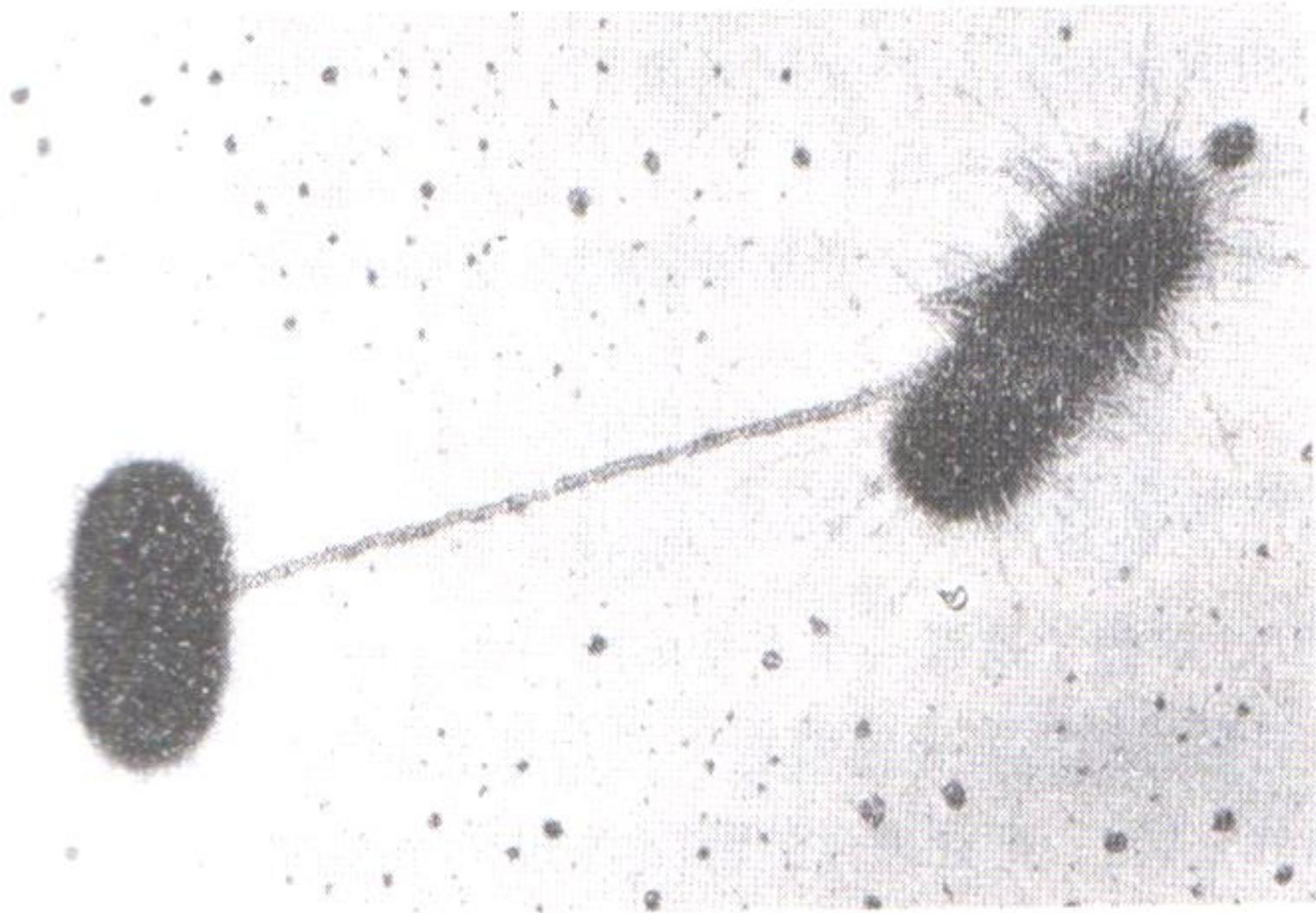


图 4-28 大肠杆菌  $F^+$  (右) 和  $F^-$  (左) 接合的电镜观察

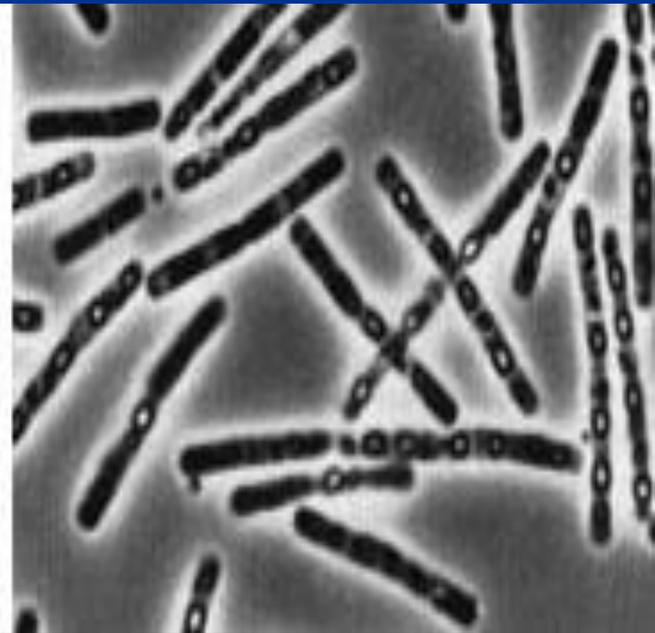
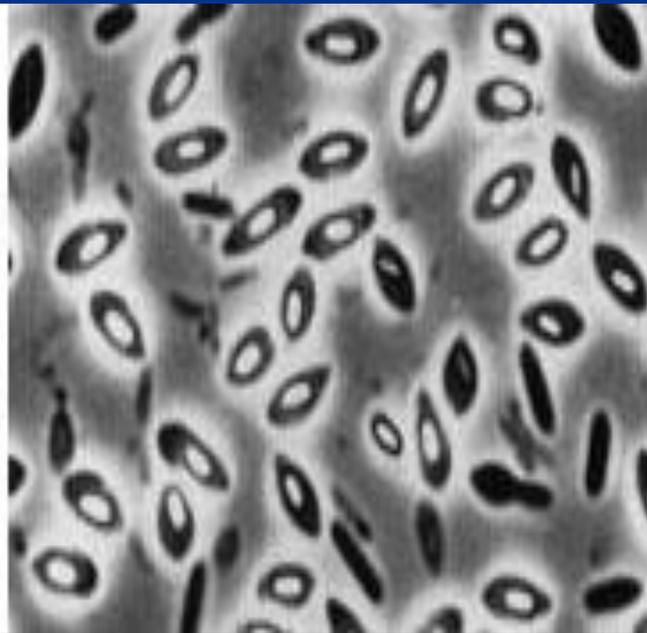
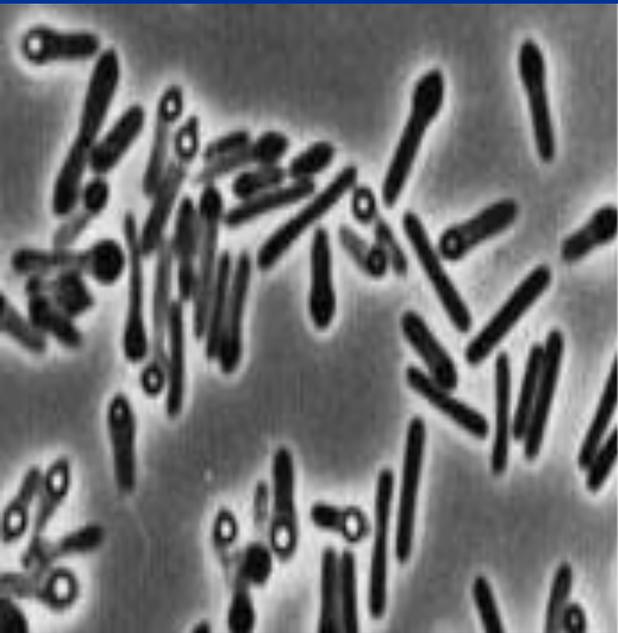
(5)、芽孢：某些细菌在其生长发育后期，在细胞内形成的一个圆形或椭圆形、厚壁、含水量低、抗逆性强的休眠构造。

特性：抗热 （肉毒杆菌芽孢煮沸5—9.5小时）

抗化学物质

抗辐射

休眠能力强



一个营养细胞  $\longleftrightarrow$  一个芽孢（生存方式）

功能：鉴定细菌

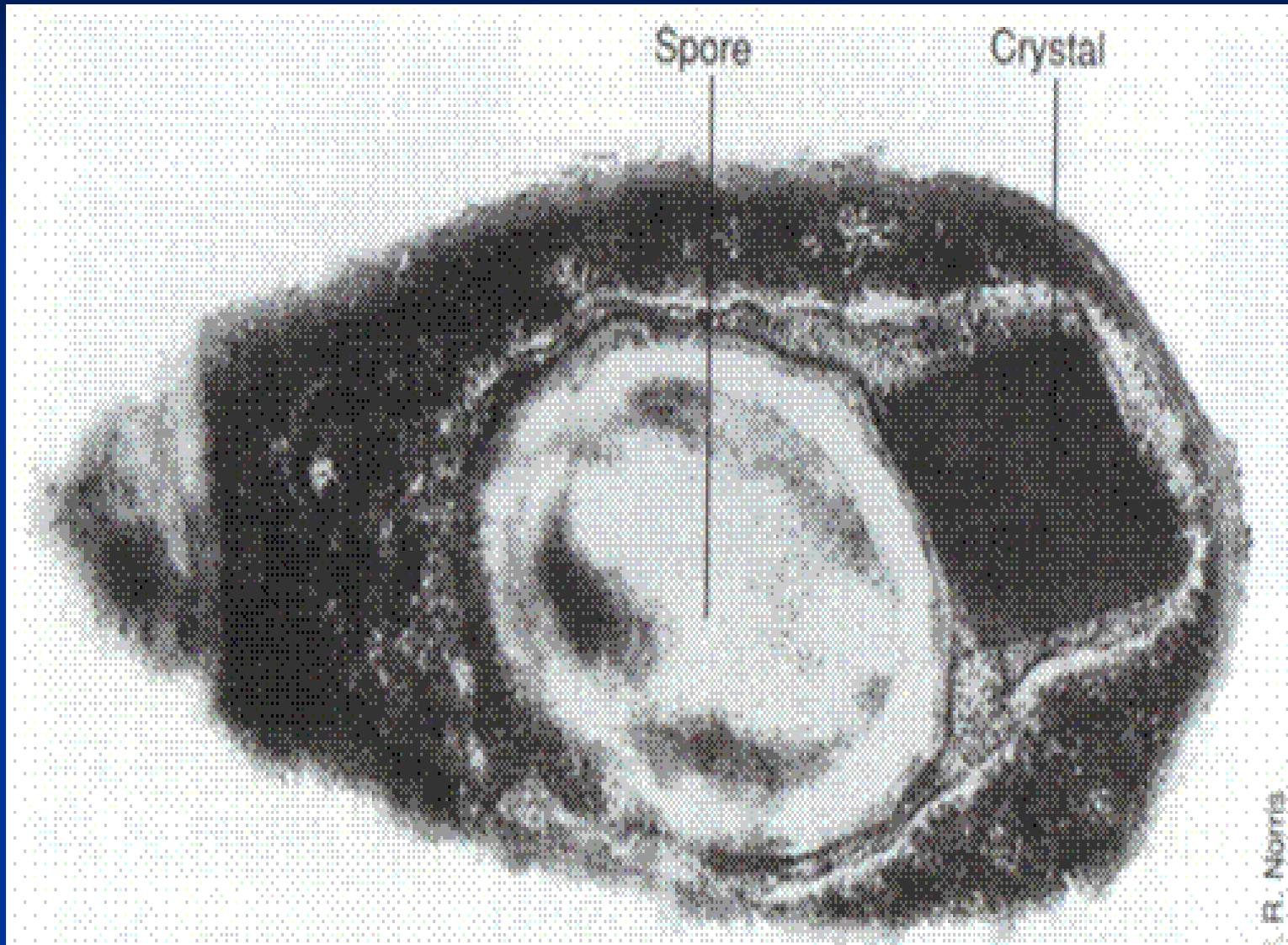
提高菌种筛选率

利于菌种长期保存

消毒、灭菌的指标

(6)、伴孢晶体：少数芽孢杆菌在形成芽孢的同时，会在芽孢旁形成一颗菱形、方形或不规则形的碱溶性蛋白质晶体。

杀虫原理：伴孢晶体 → 害虫肠内 → 毒素 → 肠上皮细胞死亡 → 菌体、芽孢 → 血液 → 败血症



R. Norris



### (三)、细菌的繁殖

1、裂殖：指一个细胞通过分裂而形成子细胞的过程。

1)、二分裂： 对称二分裂（多数细菌）

不等二分裂（柄细菌）

2)、三分裂：（暗网菌属）

3)、复分裂（255）

2、芽殖：是指在母细胞表面先形成一个小突起，待其长大到与母细胞相仿后再相互分离并独立生活的一种繁殖方式。

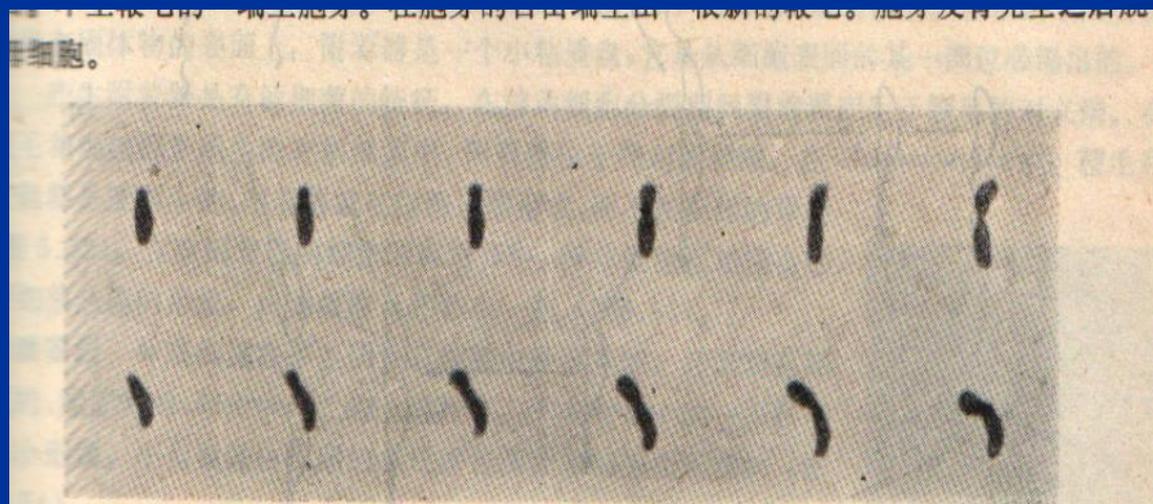
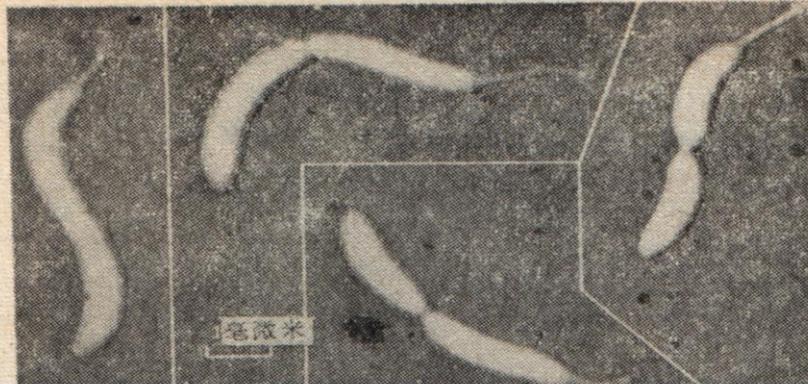


图5.47 *Rhodospseudomonas acidophila* 的载片培养中两个细胞芽殖生长的显微摄影，隔30分钟照一次，显示在杆状细胞末端生出胞芽（ $\times 1500$ ）。自 Norbert Pfenning 和 Heather Johnston, 1969

在生突起的有柄细菌中，细胞以分裂繁殖，但产生的两个子细胞不相同，有柄细菌的繁

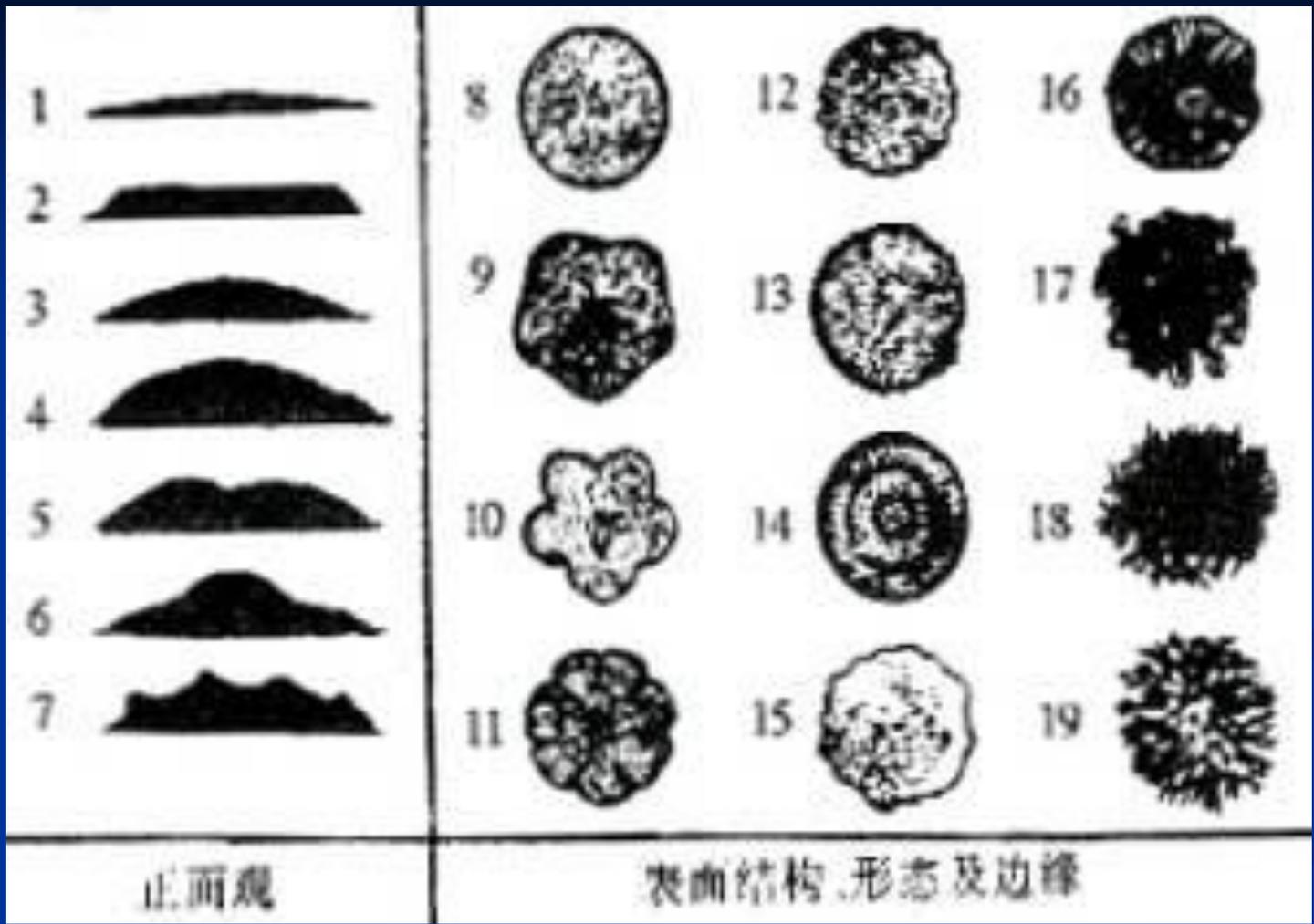
## 二、细菌的群体形态

### (一)、在固体培养基上的群体形态

**菌落 (colony) :** 在固体培养基上 (内) 以母细胞为中心的一堆肉眼可见的、有一定形态、构造等特征的子细胞集团。

**细菌菌落特征:** 湿润、较光滑、较透明、较粘稠、易挑取、质地均匀、正反面或边缘与中心颜色一致。





## 个体形态与群体形态的相关性：

- ❶ 无鞭毛、不运动的细菌：较小、厚、边缘整齐的半球状菌落。
- ❷ 有鞭毛、运动强的菌：大、扁平、边缘多缺刻、不规则菌落。
- ❸ 有糖被的菌：大、透明、蛋清状菌落。
- ❹ 有芽孢的菌：粗糙、不透明、多褶的菌落。









## （二）、在半固体培养基上的群体形态

明胶半固体培养基：液化现象（有蛋白酶）

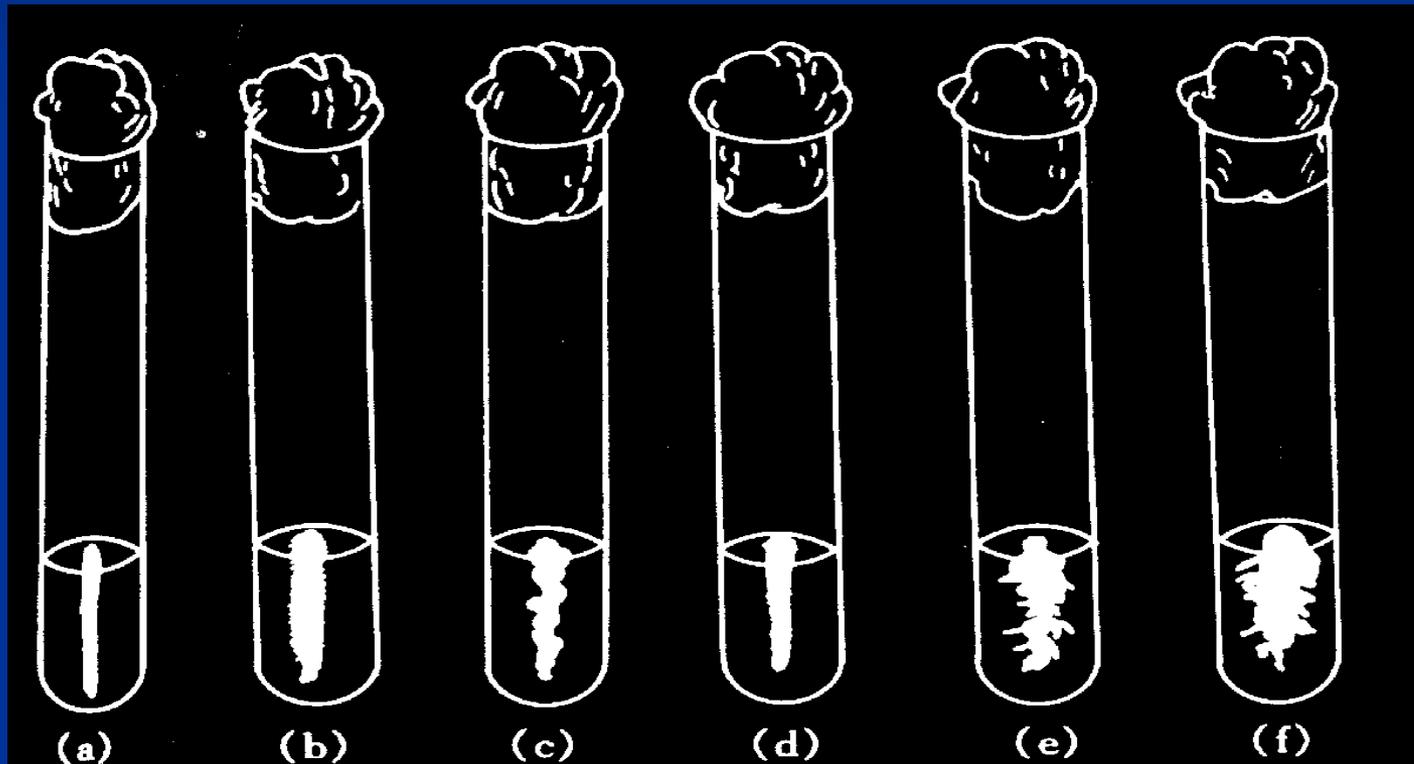
琼脂半固体培养基：扩散现象（有鞭毛）

## （三）、在液体培养基上的群体形态

混浊、沉淀、菌醭、菌膜



# 细菌在半固体培养上的培养特征



细菌在琼脂培养基中穿刺培养的生长特征



## 第二节 放线菌

**放线菌：**是一类主要呈菌丝状生长和以孢子繁殖的陆生性较强的原核生物。 

**分布：**含水量低、有机物质丰富、呈微碱性的土壤。

### 与人类的关系

**有益：**产生抗生素（70%）

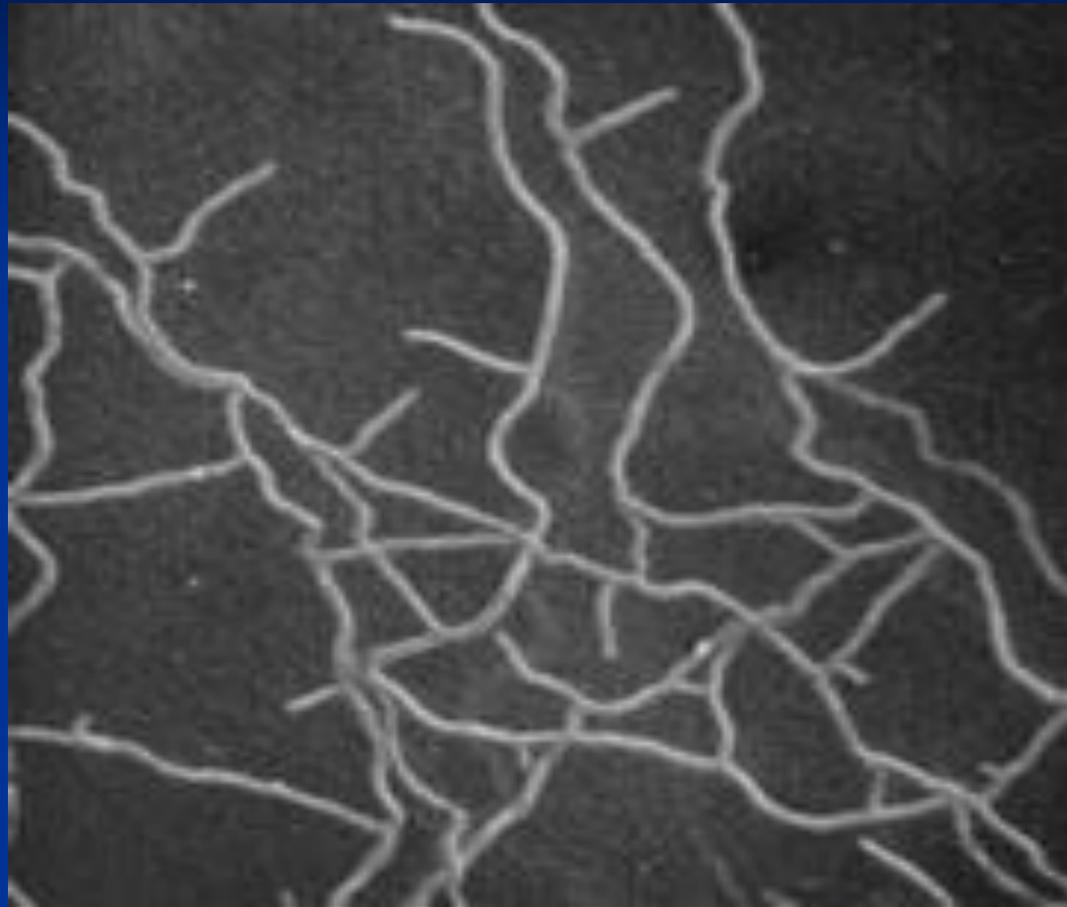
产生生化药物

固氮作用（弗兰克氏菌属）

环境保护

物质循环

**有害：**致病 



# 一、放线菌的形态构造

## (一)、典型放线菌—链霉菌的形态

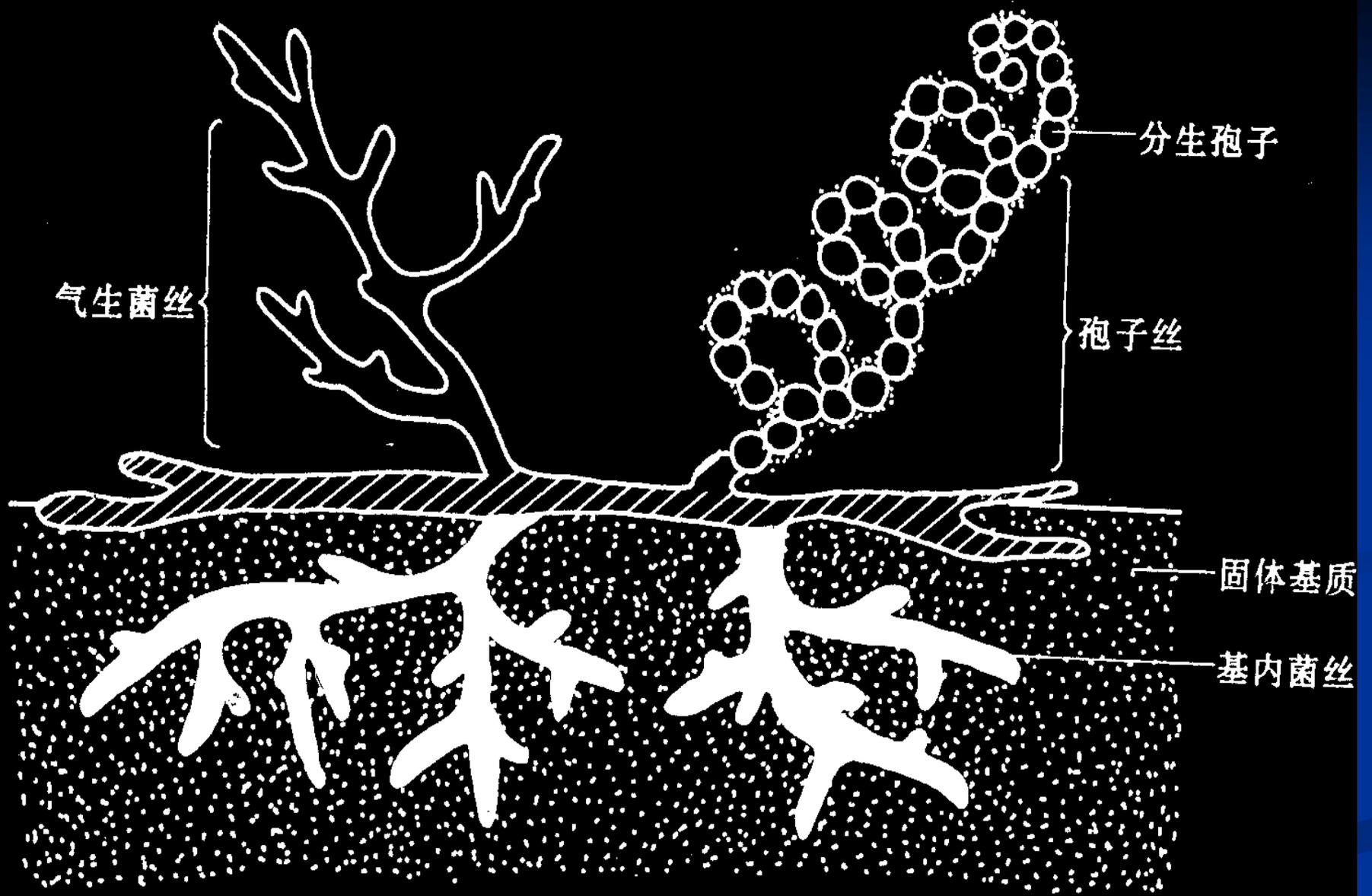
链霉菌 { 基内菌丝：浅、细  
气生菌丝：深、粗  
孢子丝：直、钩状、螺旋、轮生

孢子丝 → 分生孢子 ⓘ

分生孢子：球、椭圆、杆、圆柱、瓜子、  
梭形、半月

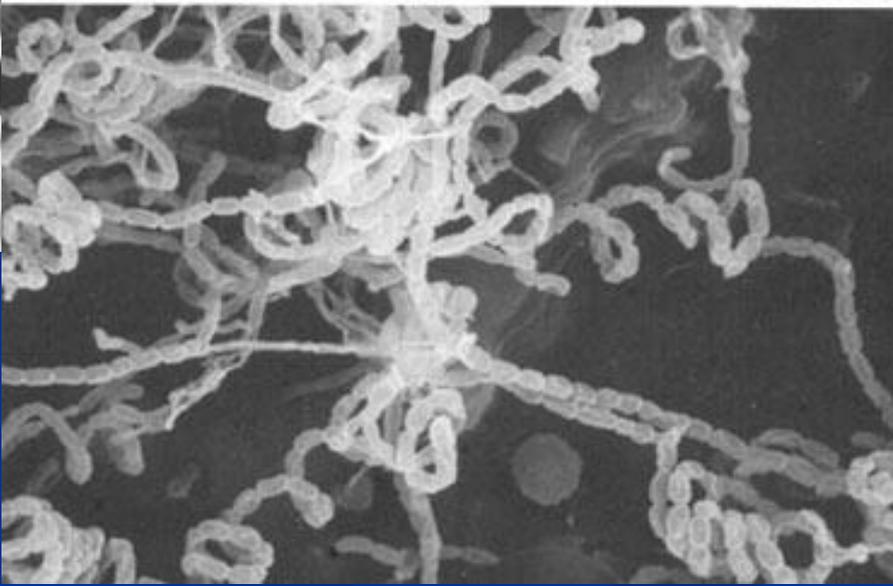
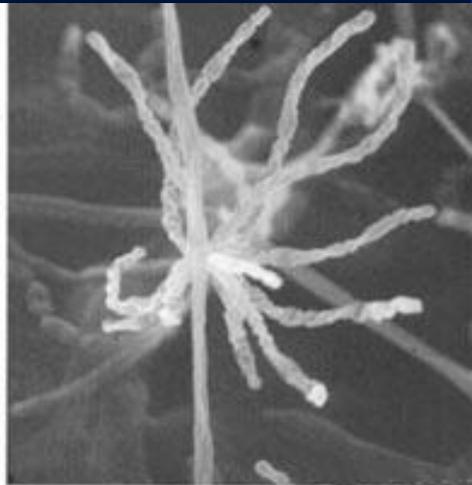
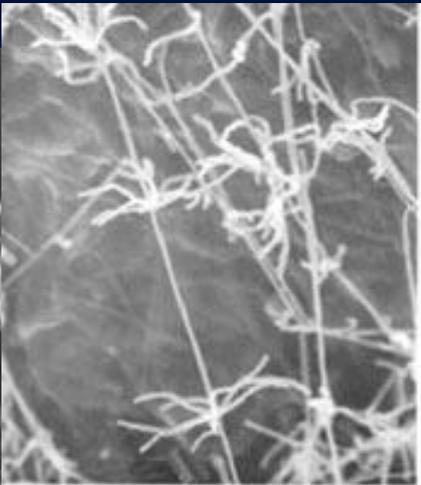
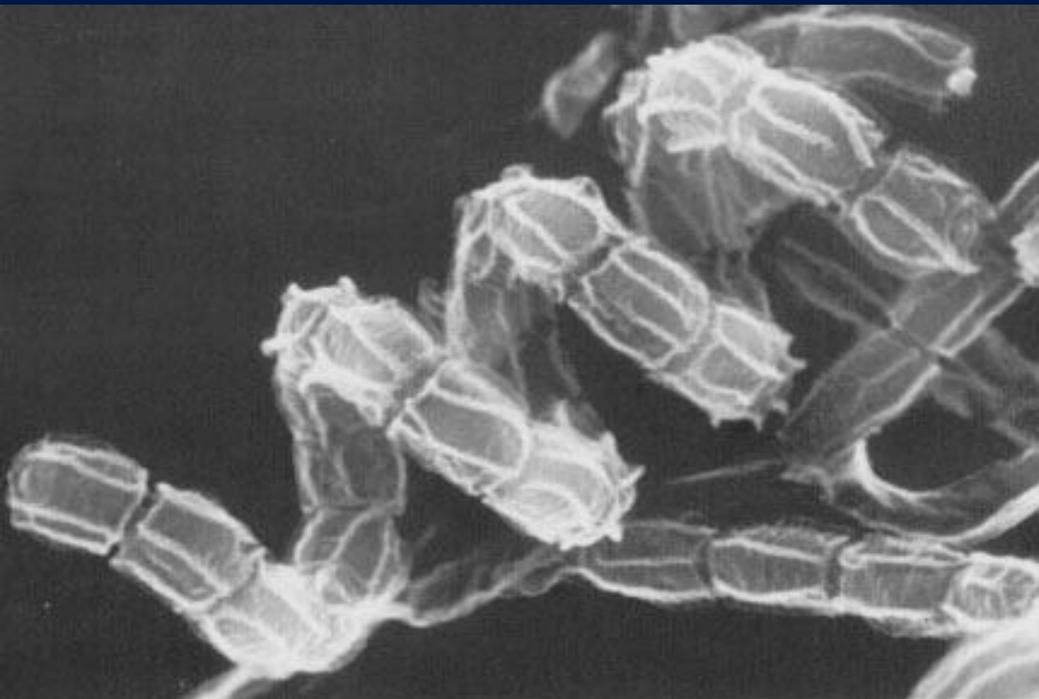
灰、兰、黄、绿、紫红

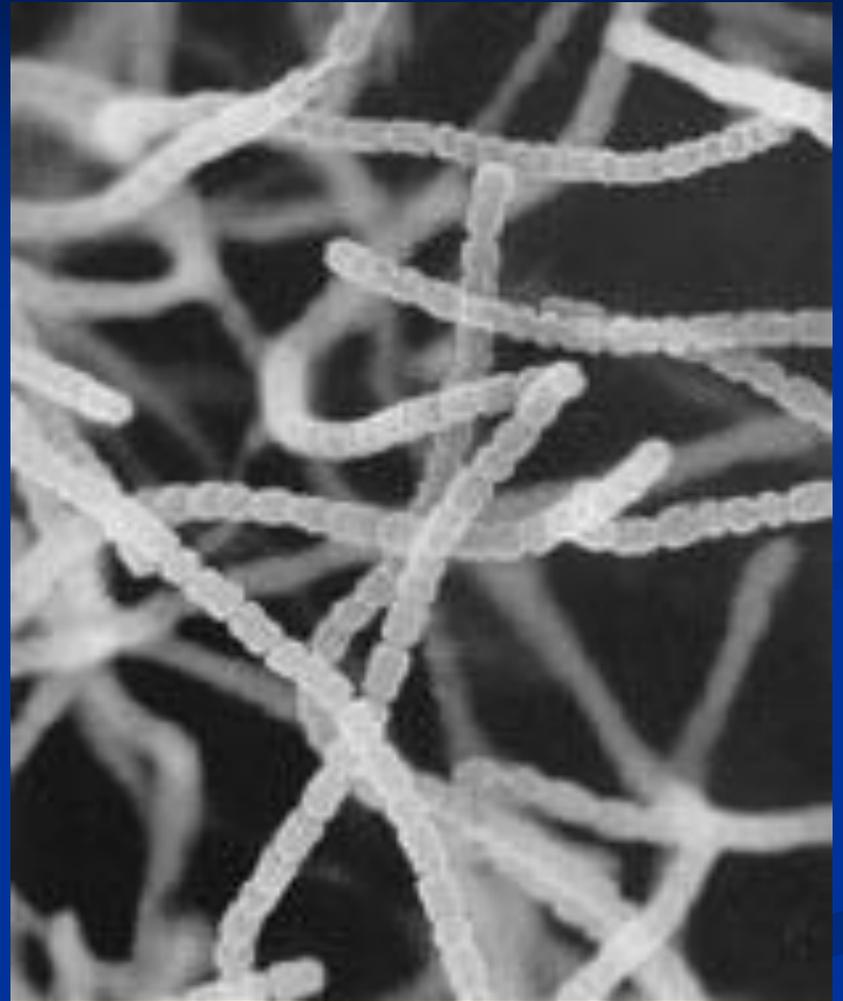
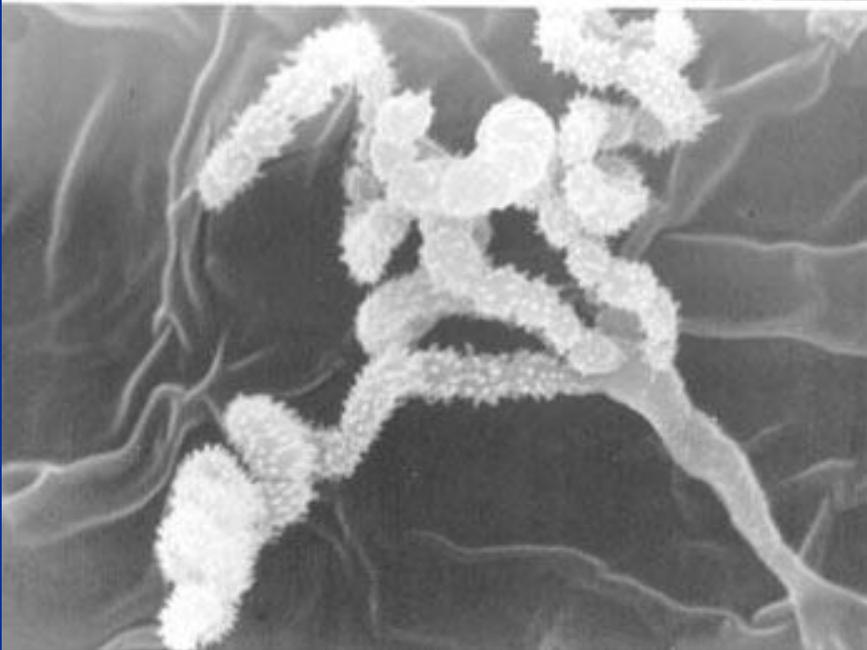
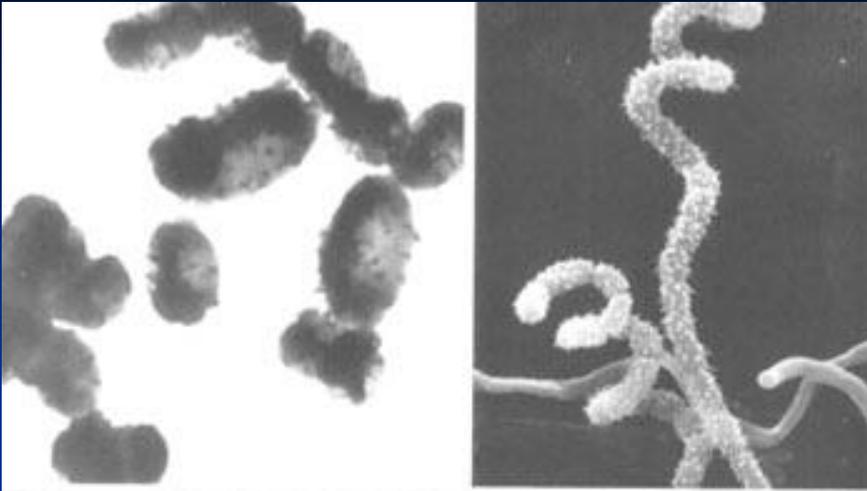
光滑、褶皱、疣、刺、鳞片 ⓘ



放线菌的形态结构（模式图）



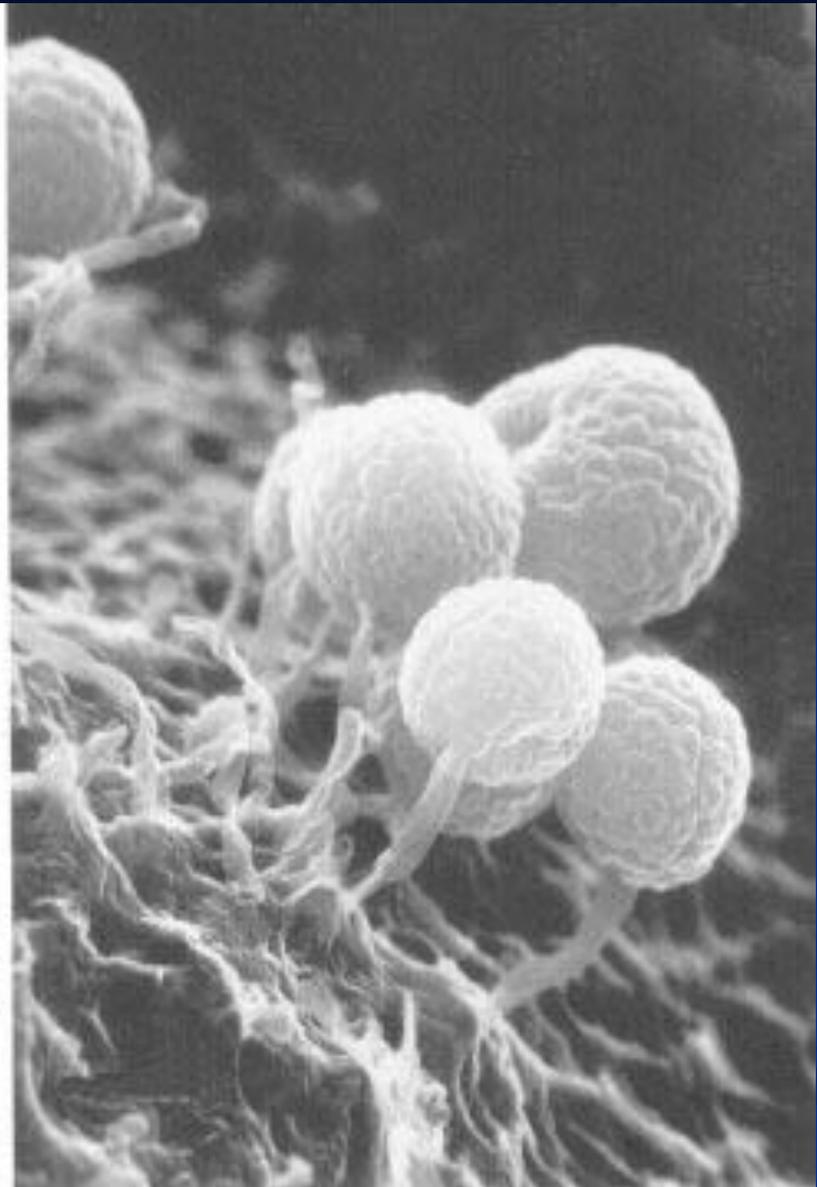
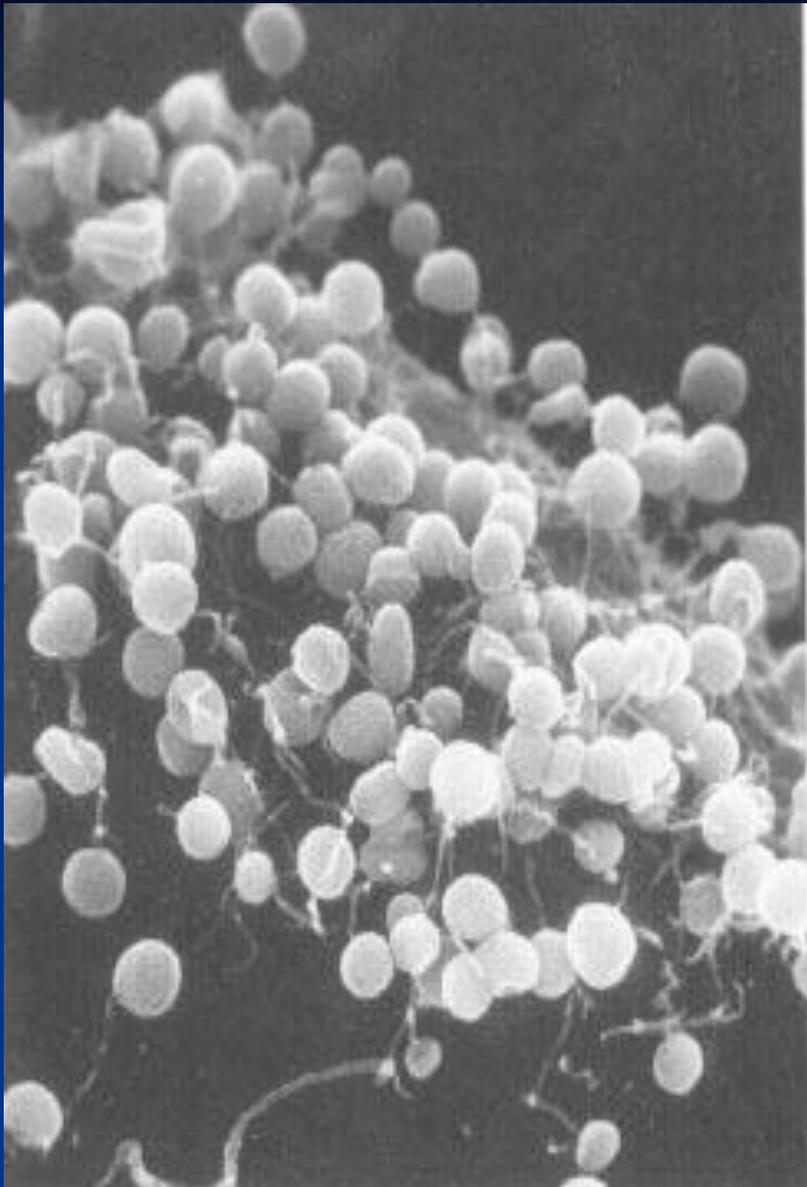




## 二、放线菌的繁殖方式：

孢子：分生孢子、孢囊孢子 ⓘ

菌丝断裂：基内菌丝、所有菌丝 ⓘ

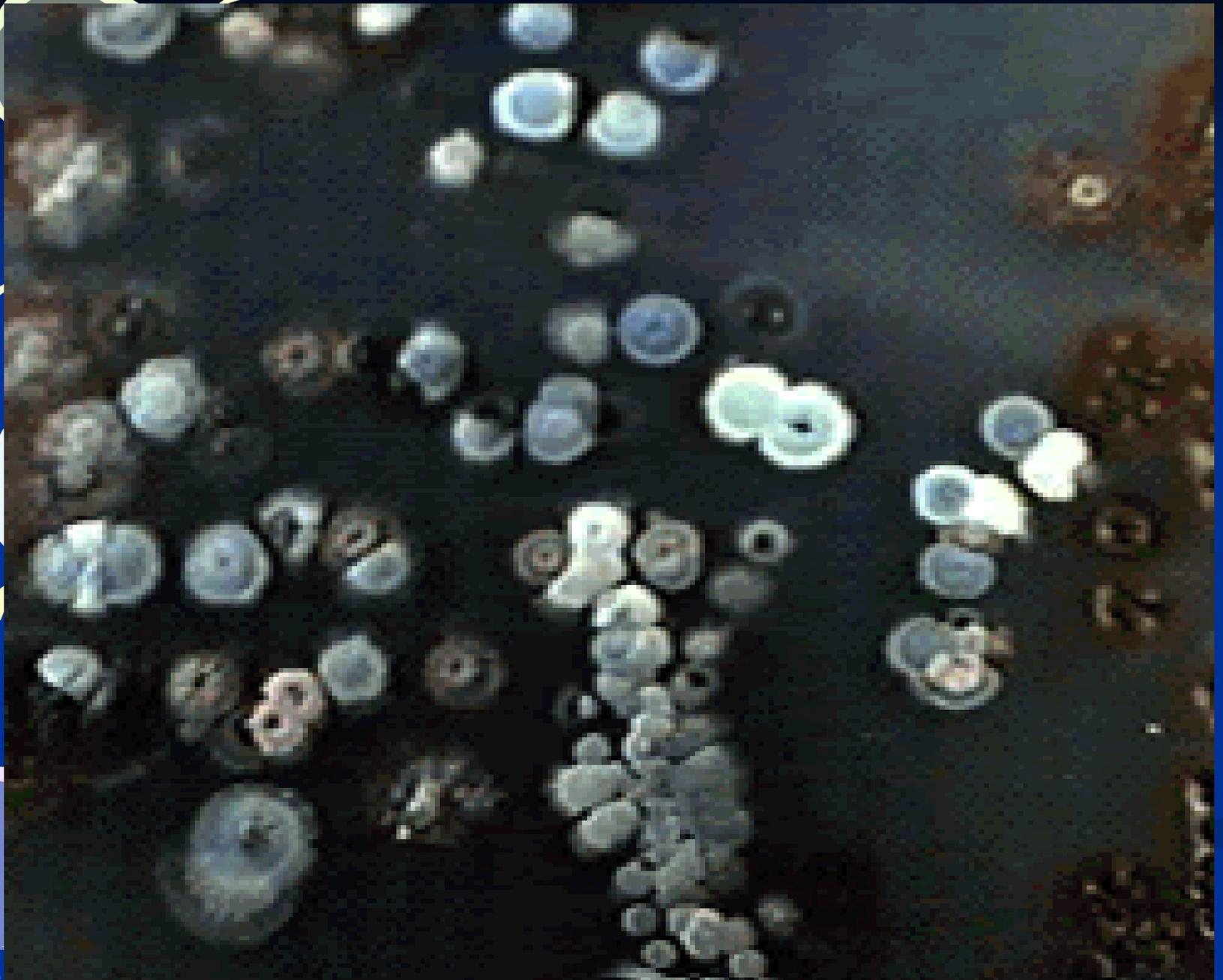


### 三、放线菌的群体特征

在固体培养基上：

菌落：干燥、不透明、表面致密、丝绒状、表面呈粉末、难以挑取、正反面颜色不同。





### 第三节 蓝细菌

**蓝细菌：**是一类进化历史悠久、革兰染色阴性、无鞭毛、含叶绿素a、能进行产氧性光合作用的大型原核生物。

**形态：**单细胞一杆、圆、卵圆

菌丝—不分枝、分枝 

**大小：** $d=3-10\mu\text{m}$  （ $60\mu\text{m}$  发菜念珠蓝细菌）

**繁殖方式：**二分裂、复分裂、产生内孢子、产生链丝段

**构造：**细胞壁与G-菌相似（有些种类壁外有糖被或鞘）

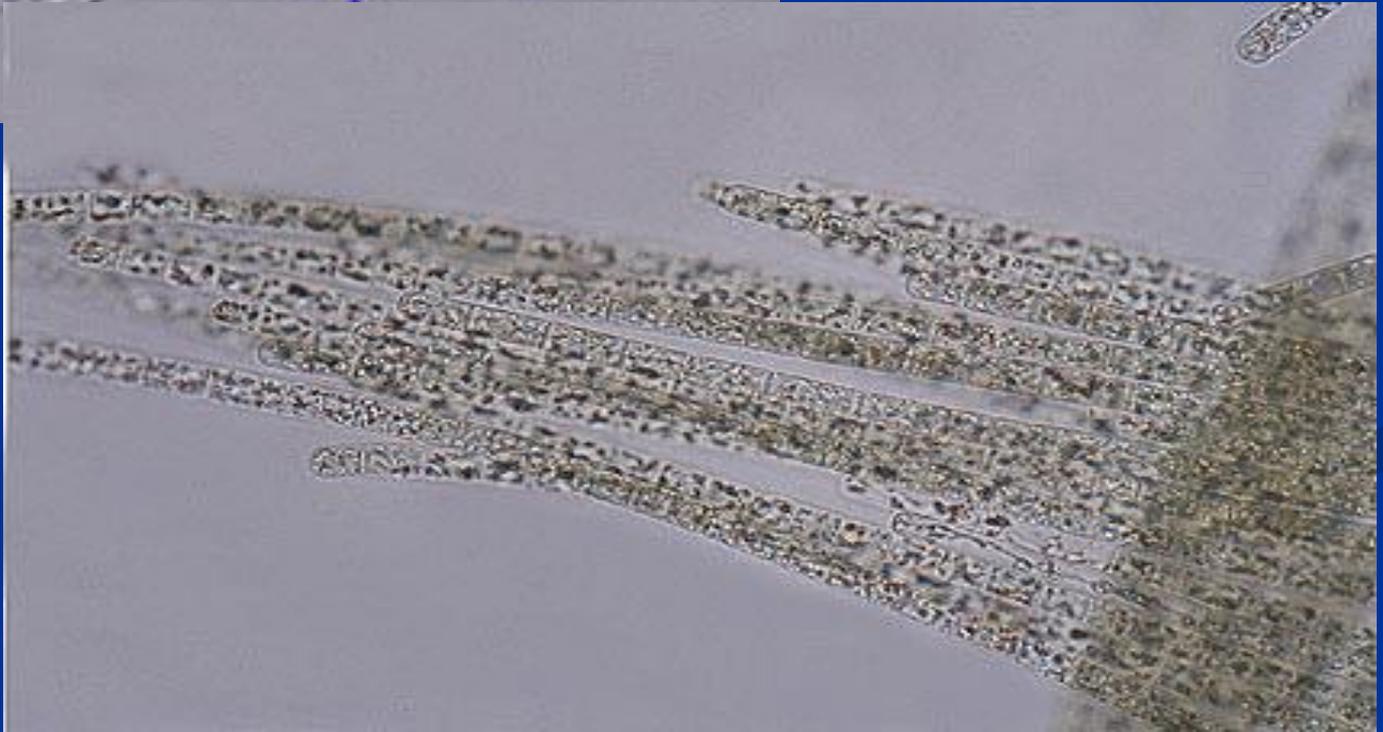
有类囊体

有内含物：羧酶体、气泡、贮藏物 

Mucilage.



Nomarski. X400.



## 细胞特化形式：

**异形胞：**是存在于丝状生长种类中的形大、壁厚、专司固氮功能的细胞。

**静息孢子：**是一种长在细胞链中间或末端的形大、壁厚、色深的休眠细胞。 

**链丝段：**是由长细胞链断裂而成的短链段，具有繁殖能力

**内孢子：**能在细胞内形成许多球形或三角形的子代，待成熟后释放，具有繁殖能力。

**作用：**有益—使地球由无氧变成有氧

**经济价值：**食用（发菜、地耳、螺旋藻）

**有害—**赤潮、水华

**肝癌** 



**异形胞：细胞较大，外层有较厚外膜，阻止氧气进入。缺乏产氧光合系统II，细胞还原能力强。超氧化物歧化酶活性高，解除氧毒害。呼吸强度高（是其它细胞的2倍）**



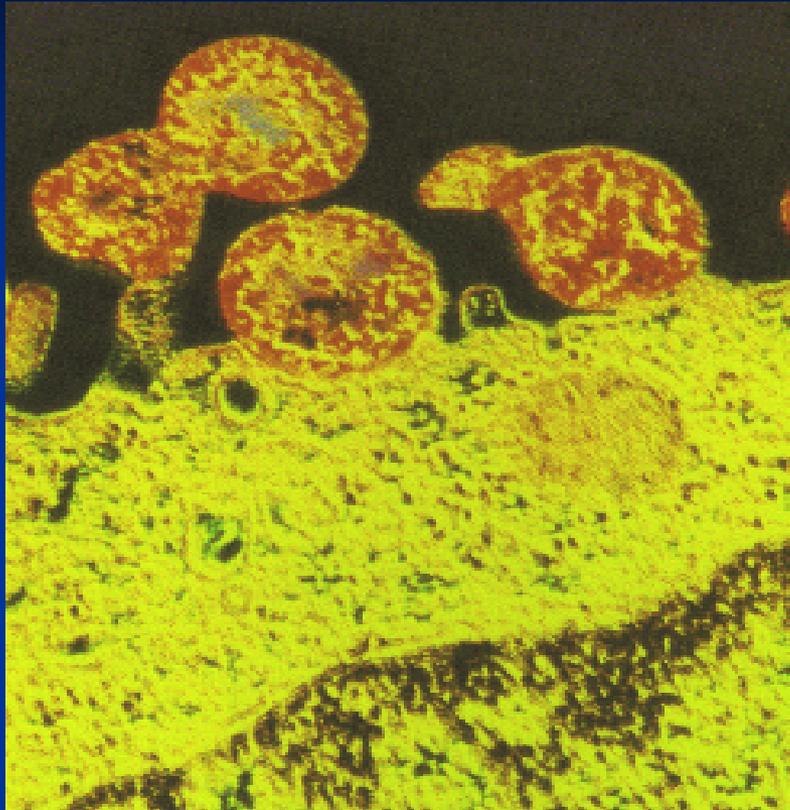
## 第四节 支原体 立克次氏体 衣原体

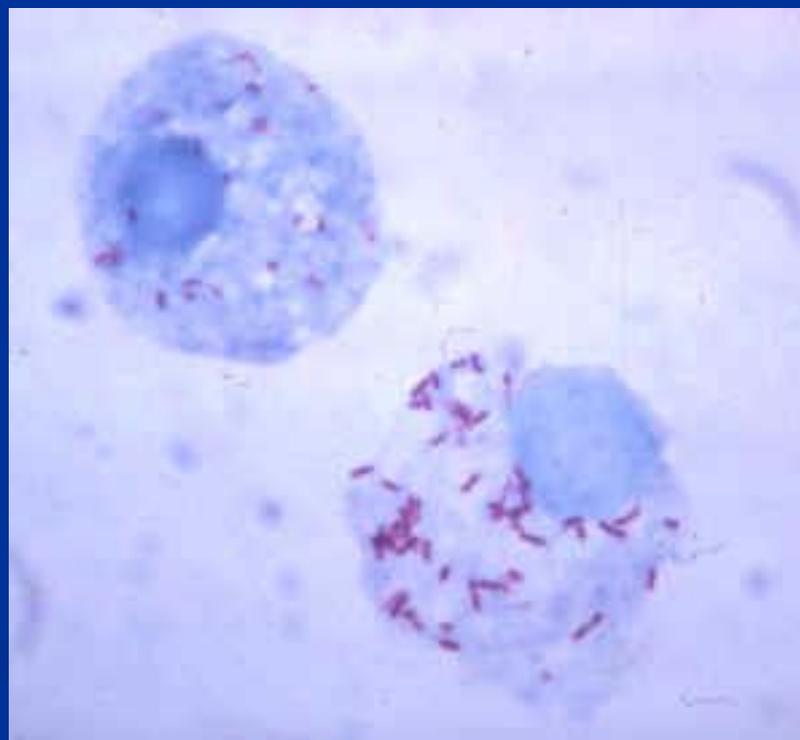
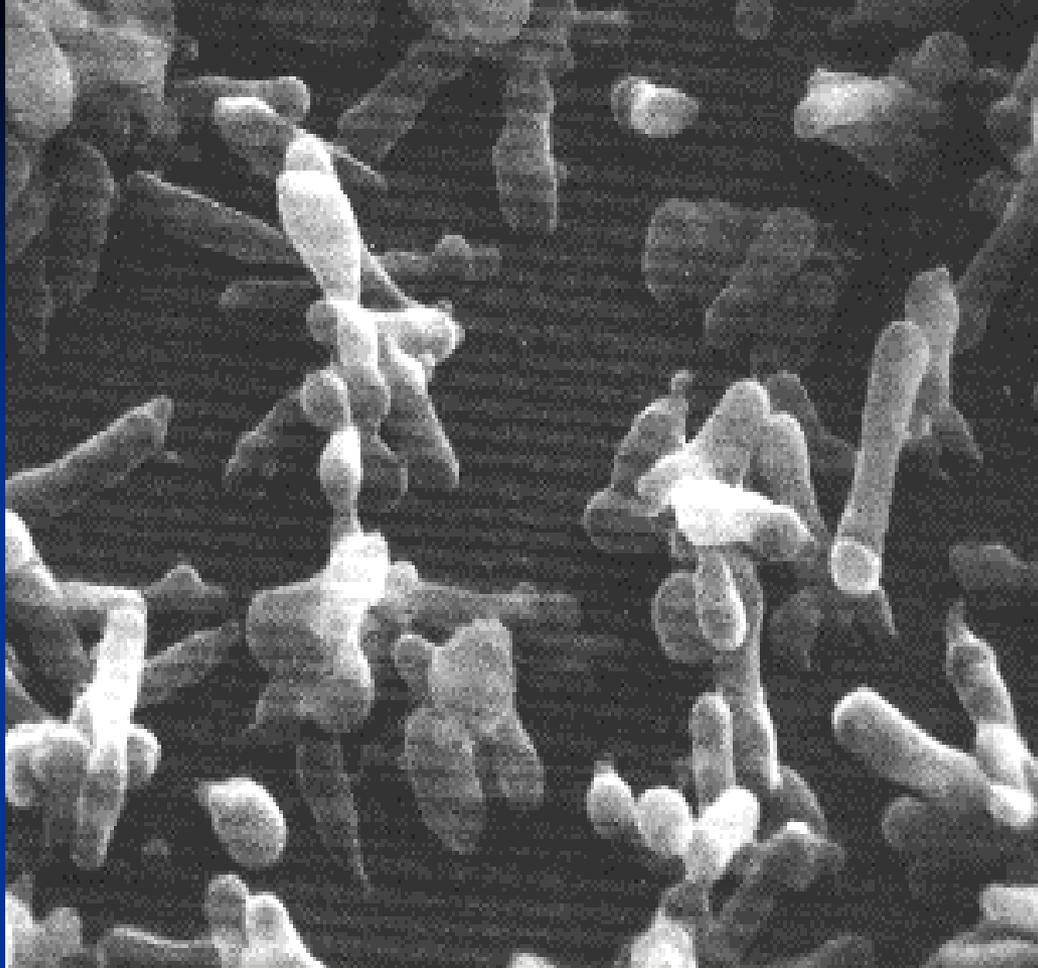
**支原体：是一类无细胞壁、能离开活细胞独立生长繁殖的最小的原核生物。**

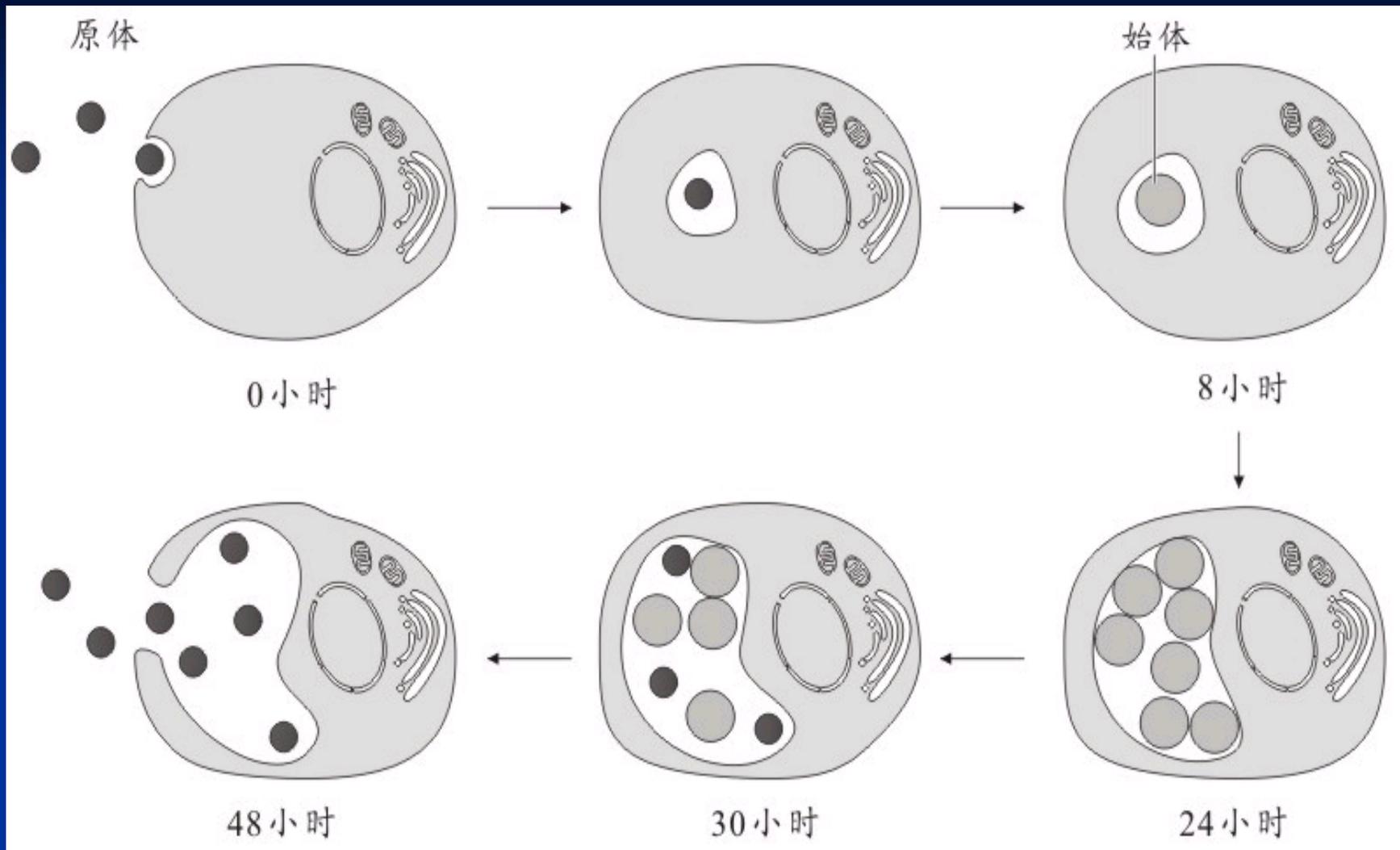
**立克次氏体：是一类专性寄生于真核细胞内的G<sup>-</sup>原核生物。**

**衣原体：是一类在真核细胞内营专性能量寄生的小型G<sup>-</sup>原核生物**

	支原体 	立克次氏体 	衣原体
形态	易变	球、杆、丝	球
大小	d=250nm	d=0.3-0.6*0.8-2.0μm	d=0.4μm d=1.0-1.5μm
细胞壁	无	有	有
革兰氏染色	G <sup>-</sup>	G <sup>-</sup>	G <sup>-</sup>
繁殖方式	二分裂、出芽	二分裂	二分裂
人工培养基培养	可以	不能	不能
大分子合成能力	有	有	有限
产ATP系统	有	有	无
对抑制细菌的抗生素	敏感	敏感	敏感







- 1、概念：细菌；原核生物；芽孢；伴孢晶体；荚膜；
- 2、革兰氏染色的原理
- 3、什么叫菌落？分析细菌的个体细胞形态与菌落形态间的相关性。
- 4、细菌及放线菌的菌落特征
- 5、典型放线菌的个体形态
- 6、简要说明G<sup>-</sup>菌和G<sup>+</sup>菌肽聚糖单体构造的差别？