

第2章 细菌的生理

细菌的生理活动包括摄取和合成营养物质，进行新陈代谢及生长繁殖。

- 第一节 细菌的理化性状
- 第二节 细菌的营养与生长繁殖
- 第三节 细菌的新陈代谢
- 第四节 细菌的人工培养
- 第五节 抑制或杀灭微生物的理化因素

一、 细菌的理化性状

- ❑ 细菌的化学组成：水、无机盐、蛋白质、糖类、脂质和核酸等。
- ❑ 细菌的物理性状：

光学性质——细菌为半透明体。

带电现象——均带负电。其带电现象与染色反应、凝集反应、抑菌和杀菌作用等密切相关。

半透性——细菌的细胞壁和细胞膜都有半透性。

渗透压——菌体内为高渗透压。

二、 细菌的营养与生长繁殖

根据细菌所利用的能源和碳源的不同，将细菌分为两大营养类型——自养菌和异养菌。

- 自养菌 (autotroph)：以简单的无机物为原料，合成菌体成分。
- 异养菌 (heterotroph)：以多种有机物为原料，合成菌体成分并获得能量。所有的病原菌都是异养菌。

细菌生长繁殖的条件

➤ **营养物质** 水、碳源、氮源、无机盐、生长因子

➤ **酸碱度 (pH)**

➤ **温度**

➤ **渗透压**

➤ **气体环境** 专性需氧菌 (obligate aerobe)

微需氧菌 (microaerophilic bacterium)

兼性厌氧菌 (facultative anaerobe) 大多数病原菌

专性厌氧菌 (obligate anaerobe)



为什么obligate anaerobe在有氧情况下不能生长？

原因：

1. 缺乏氧化还原电势高的酶；
2. 缺乏分解有毒基团的酶。



细菌摄取营养物质的机制

- 被动扩散
- 主动转运系统
 1. 依赖于周浆间隙结合蛋白的转运系统
 2. 化学渗透驱使转运系统
 3. 基团转移



细菌的生长

➤ 细菌个体的生长

以简单的binary fission方式进行无性繁殖。

generation time。

普通细菌繁殖一代所需时间约20-30min,

但少数细菌时间较长, 如结核分枝杆菌代时为18小时。

➤ 细菌群体的生长 (growth curve)

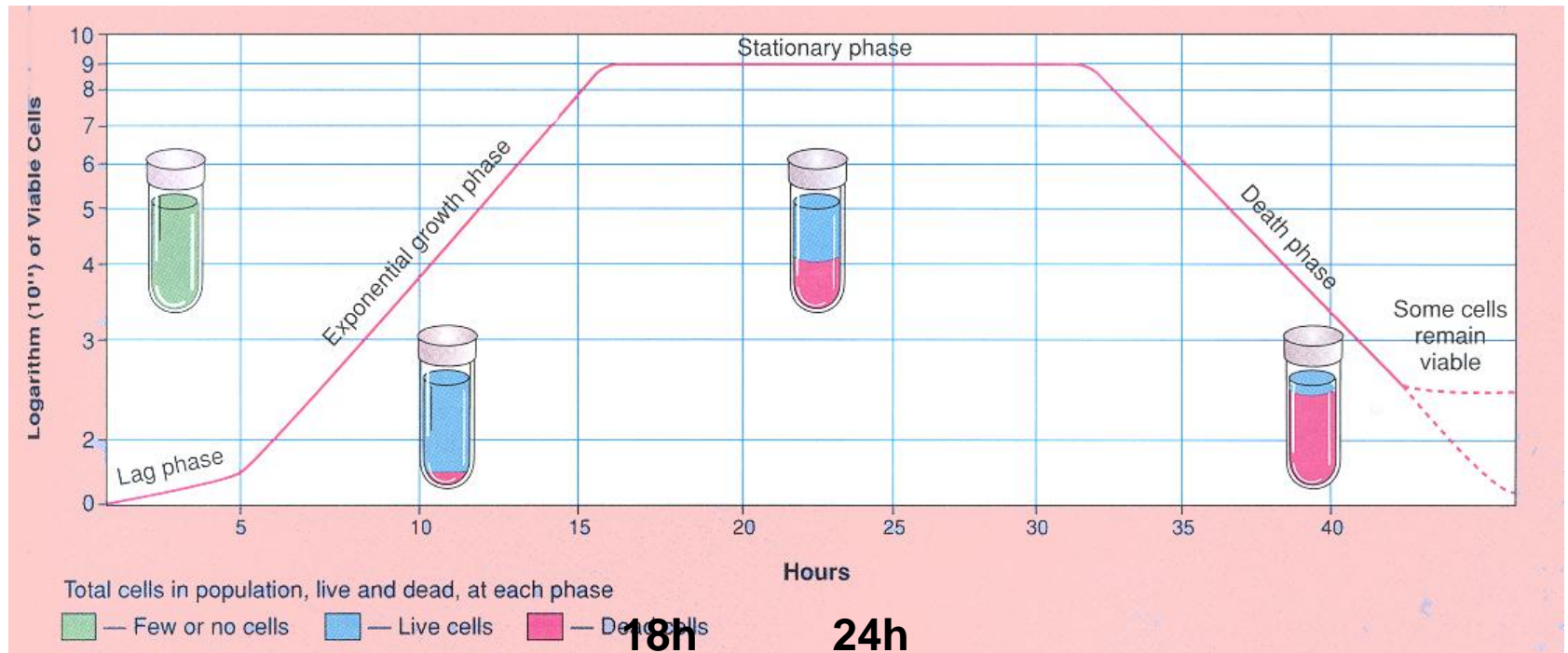
细菌群体生长繁殖——growth curve

迟缓期

对数期

稳定期

衰亡期



lag phase, logarithmic phase, stationary phase, decline phase

growth curve医学意义

- 研究细菌形态等生物学性状应选：
_____期，即培养约_____小时，
- 观察芽胞，获得外毒素、抗生素应选：
_____期，即培养_____小时。

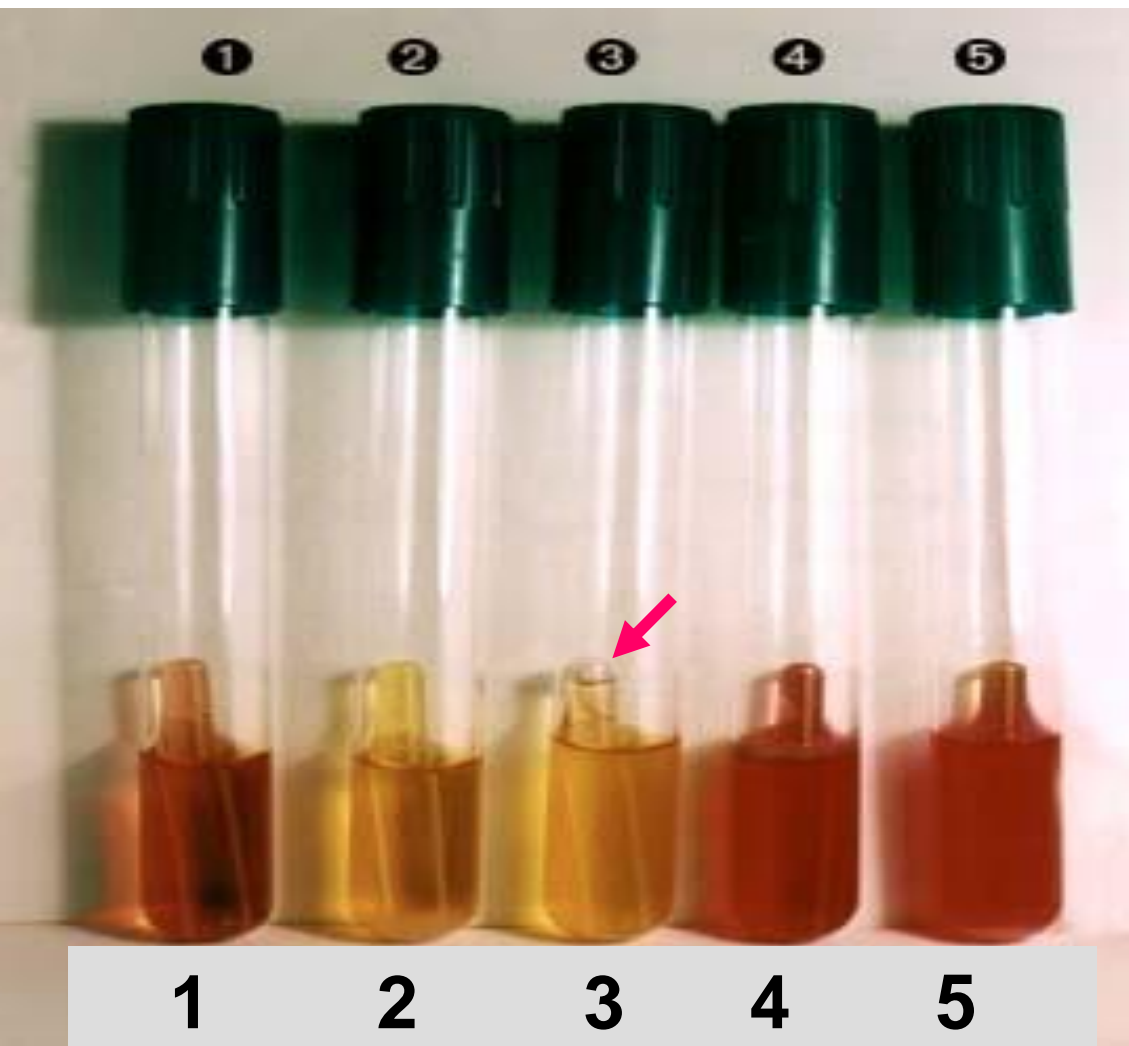
三、 细菌的新陈代谢

(一) 分解代谢产物和细菌的生化反应

- 糖发酵试验
- VP试验 (voges-proskauer)
- 甲基红试验 (methyl red)
- 枸橼酸盐利用试验 (citrate utilization)
- 吲哚试验 (indol)
- 硫化氢试验

糖发酵试验

不同的细菌分解糖的能力和代谢产物不同。



1 对照，没有接种细菌

2 产酸

3 产酸产气

4, 5 不分解糖，不产酸

voges-proskauer

大肠杆菌
产气杆菌



分解葡萄糖产酸产气



丙酮酸

产气杆菌



乙酰甲基甲醇



二乙酰

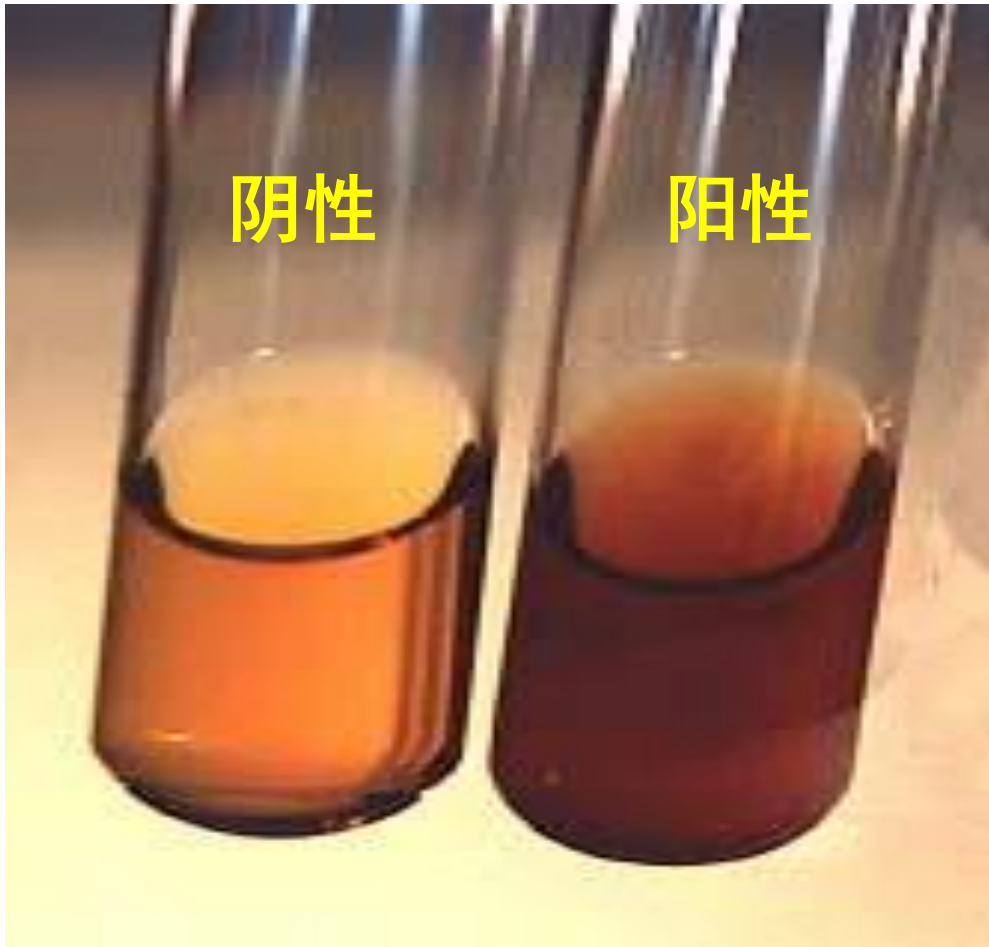


红色化合物 (VP试验阳性)



大肠杆菌

甲酸、乙酸
(VP试验阴性)

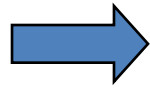


VP试验

大肠杆菌：—

产气杆菌：+

大肠杆菌
产气杆菌



分解葡萄糖产酸产气



丙酮酸



产气杆菌



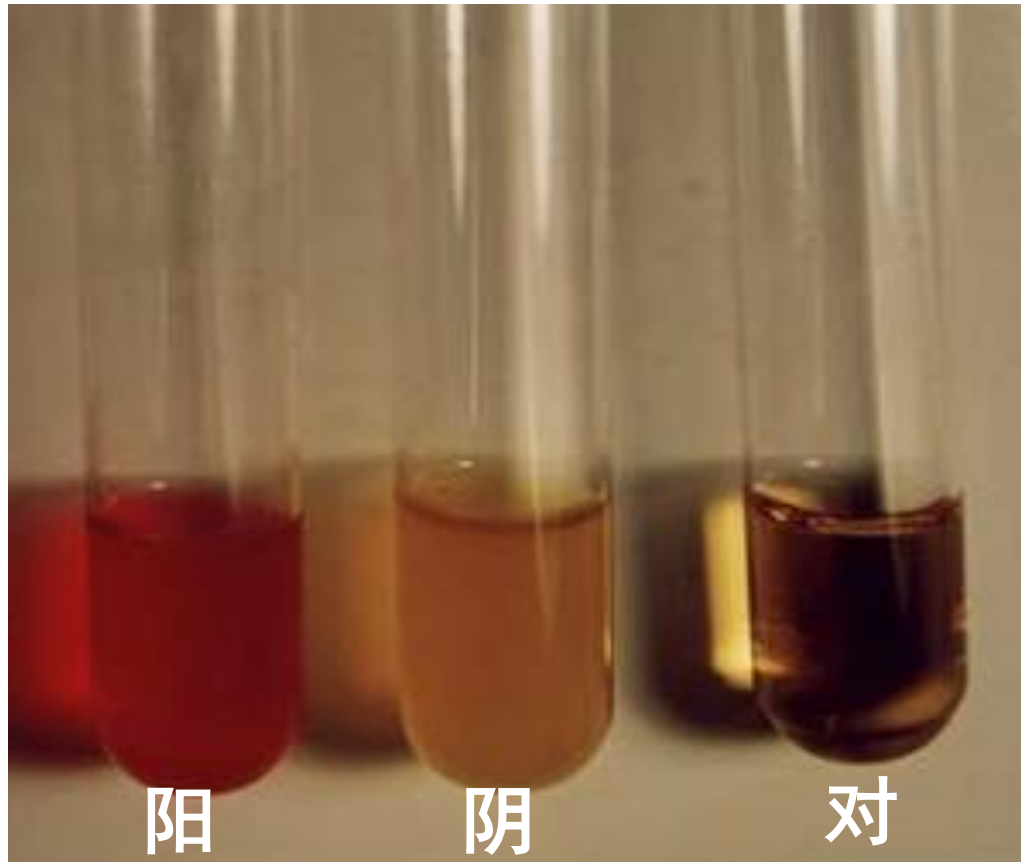
大肠杆菌

甲基红
试验

产气杆菌使丙酮酸脱羧，形成中间产物，培养液 $\text{pH} > 5.4$ ，指示剂甲基红呈黄色（-）；

大肠杆菌分解葡萄糖产生丙酮酸，甲酸等，培养液 $\text{pH} \leq 4.5$ ，指示剂甲基红红色（+）。

甲基红试验



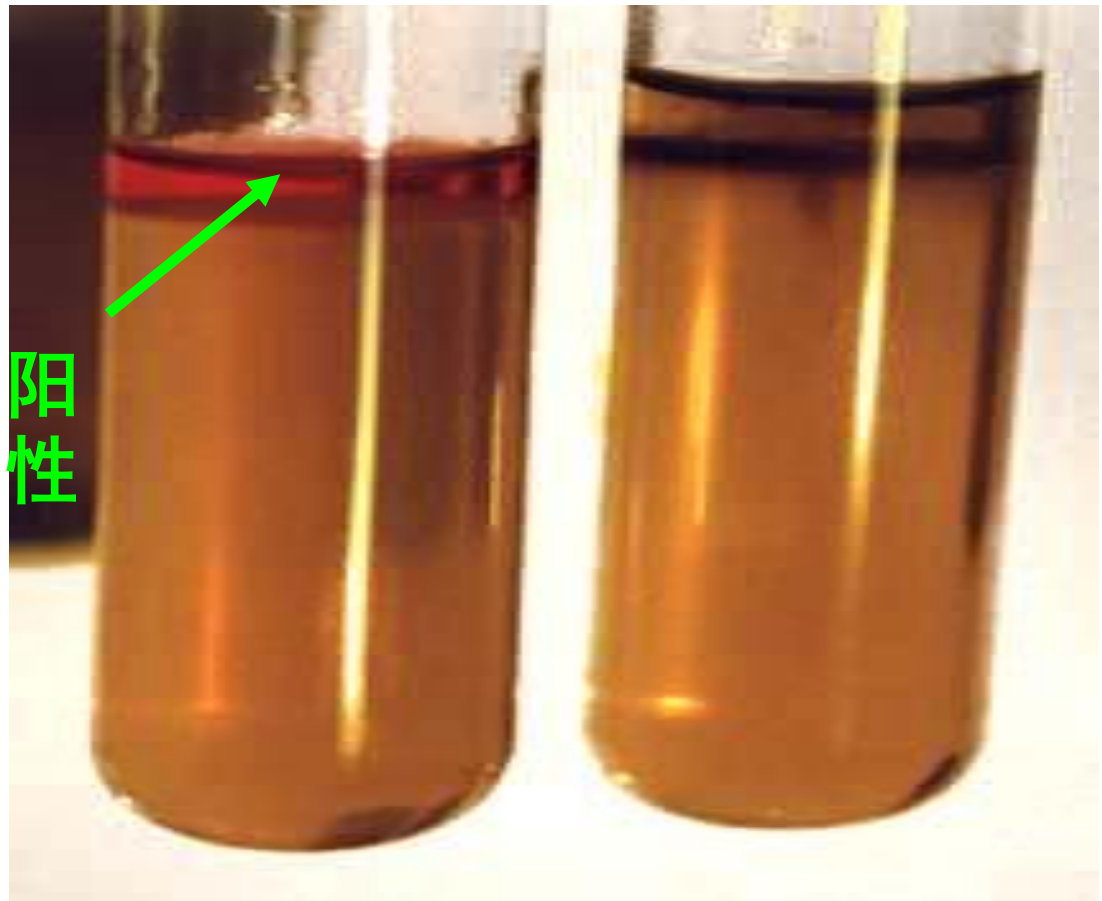
大肠杆菌：+
产气杆菌：-

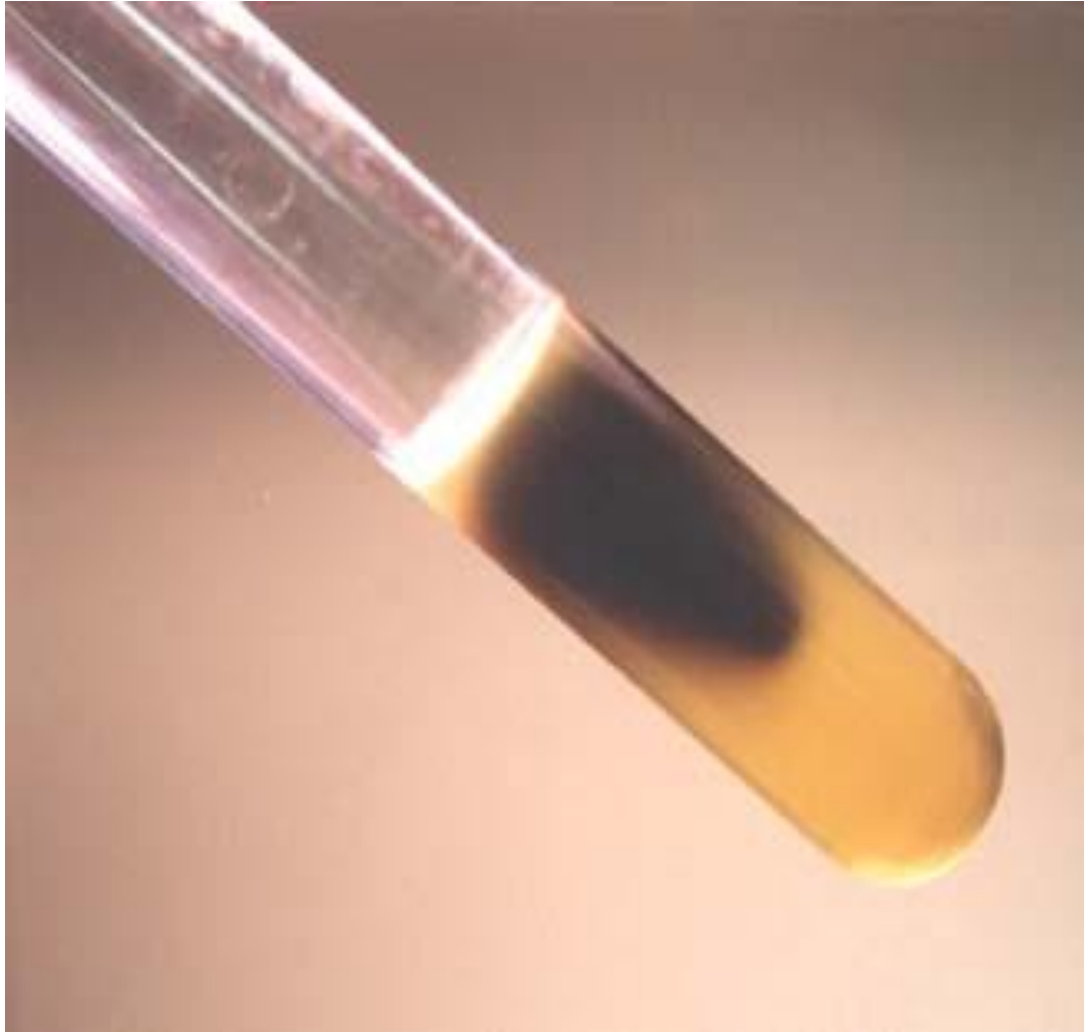
枸橼酸盐利用试验



大肠杆菌：—
产气杆菌：+

吲哚试验





H₂S试验

吲哚试验 (indol)

甲基红试验 (methyl red)

VP试验 (voges-proskauer)

枸橼酸盐利用试验 (citrate utilization)

大肠杆菌: ++--

产气杆菌: --++

(二) 合成代谢产物

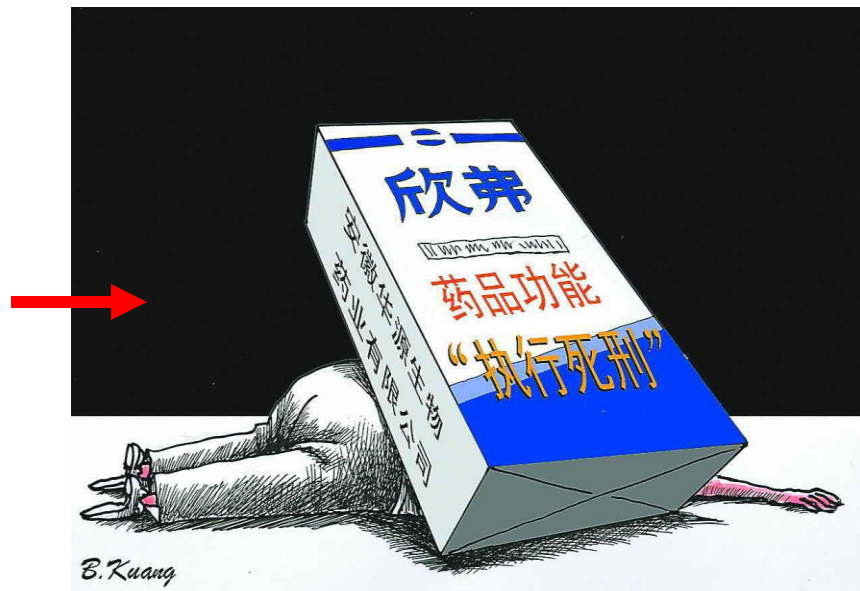
- 热原质 (pyrogen)
- 毒素与侵袭性酶
(toxin and invasive enzyme)
- 色素 (pigment)
- 抗生素 (antibiotic)
- 细菌素 (bacteriocin)
- 维生素 (vitamin)

pyrogen

- 化学成分：LPS
- 特点：耐高温（121°C 20min不被破坏，180°C 4h、250°C 45min被破坏）

如何去除pyrogen？吸附、蒸馏；防止污染。

2006年7月，青海省药品不良反应监测中心发现患者使用“欣弗”后出现严重的不良反应症状——安徽华源违反规定生产，未按批准的工艺参数去除热原质。



toxin and invasive enzyme :

革兰阴性菌细胞壁的脂多糖，其毒性存在于类脂A的部分，当菌体裂解后释放出来，故称endotoxin。

革兰阳性和少数革兰阴性菌在代谢过程当中，可以分泌有毒的蛋白质，称为exotoxin。

某些细菌还能产生invasive enzyme，损伤机体组织，促进细菌侵袭扩散，如链球菌的透明质酸酶。

pigment : 水溶性色素和脂溶性色素。

antibiotic : 某些微生物代谢过程中产生的能抑制或杀死某些其他微生物或肿瘤细胞的物质。

抗菌谱广

bacteriocin : 某些菌株产生的一类具有抗菌作用的蛋白质。仅对与产生菌有近缘关系的细菌有杀菌作用。

抗菌谱窄

vitamin : 细菌能合成某些维生素除供自身需要外，还能分泌到周围环境中。

四、细菌的人工培养

- ✓ 根据不同标本及不同培养目的，可选用不同的接种和培养方法。常用的有分离培养和纯培养两种方法。
- ✓ 病原菌的人工培养一般采用35-37°C，培养时间多数为18-24h，但有时需根据菌种及培养目的作最佳选择。

2. 培养基 (culture medium)

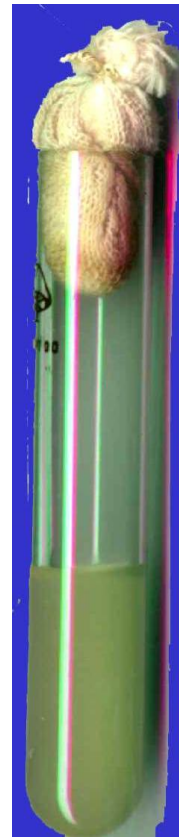
culture medium : 是专供微生物生长繁殖使用的混合营养物制品, 由人工方法配制而成。

- ✓ 按其营养组成和用途分类: 基础培养基、增菌培养基、选择培养基、鉴别培养基、厌氧培养基。
- ✓ 按其物理状态分类: 固体培养基、液体培养基、半固体培养基。

固体培养基

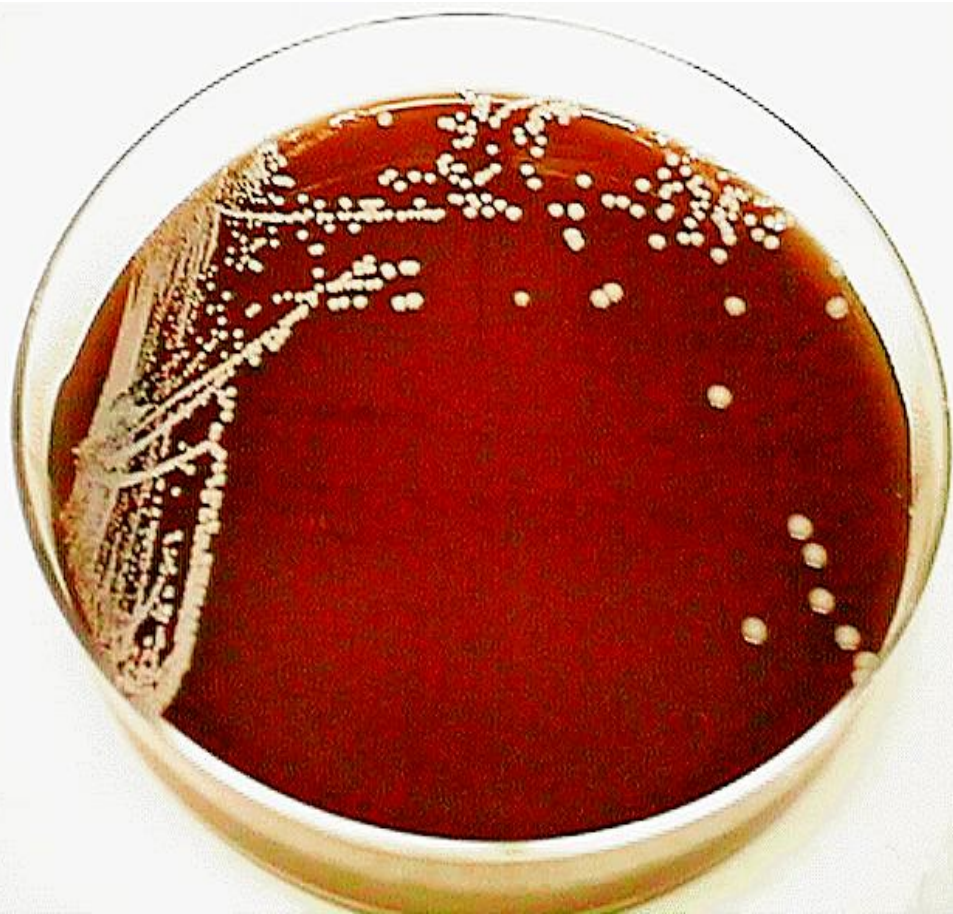


半固体培养基



液体培养基





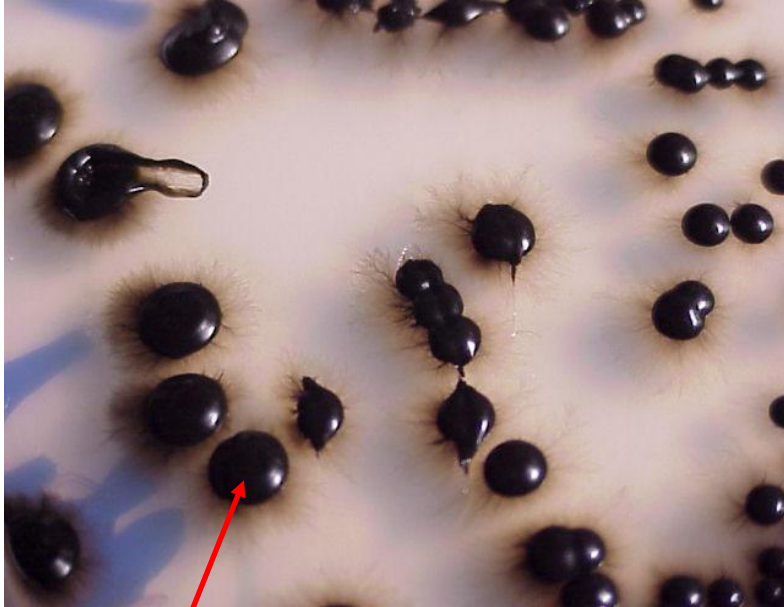


压气箱



压气袋

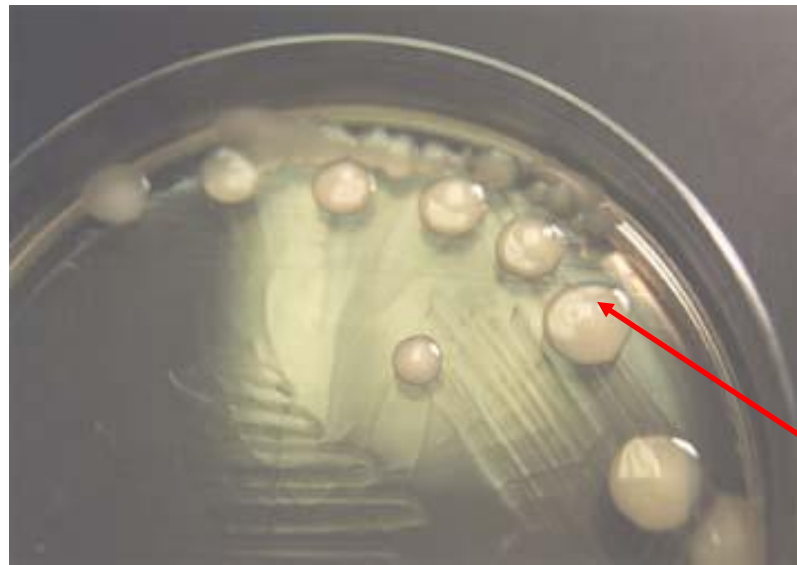
3. 细菌在固体培养基中的生长情况



smooth colony

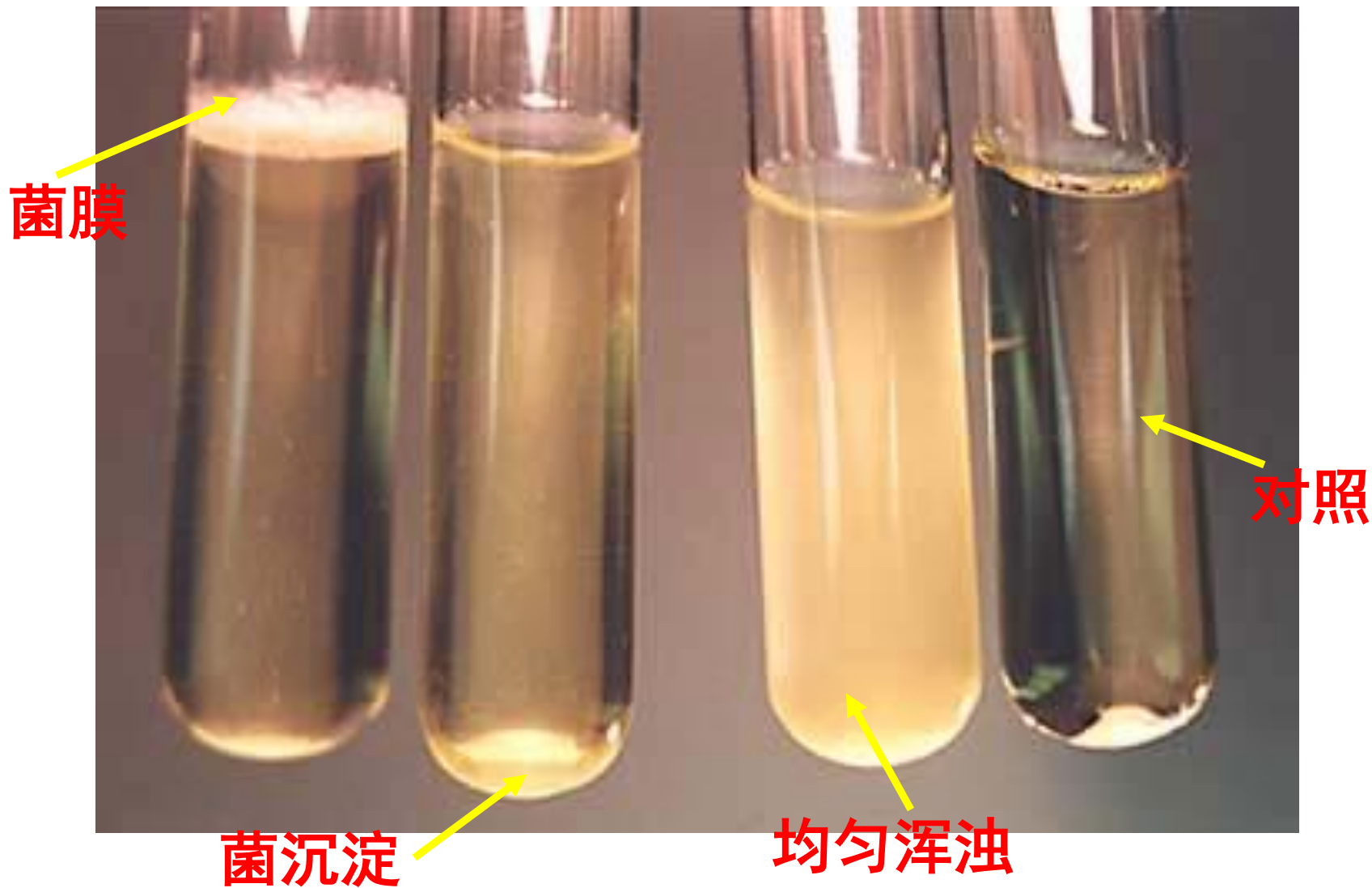


rough colony



粘液型菌落

4. 细菌在液体培养基中的生长情况



5. 细菌在半固体培养基中的生长情况



1: 有动力

2: 无动力

3: 对照管

五、抑制或杀灭微生物的理化因素

消毒灭菌的常用术语

灭菌（sterilization）：杀灭物体上所有微生物的方法。

消毒（disinfection）：杀死物体上或环境中的病原微生物的方法。

防腐（antisepsis）：防止或抑制皮肤表面细菌生长繁殖的方法。

清洁（cleaning）：是指通过除去尘埃和一切污秽以减少微生物数量的过程。

无菌（asepsis）和无菌操作：无菌是无活菌的意思，多是灭菌的结果。防止细菌进入人体或其它物品的操作技术，称为无菌操作。

物理消毒灭菌法

• 热力灭菌法

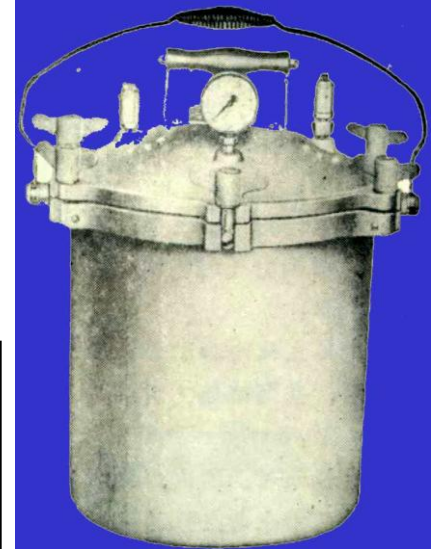
干热灭菌法

焚烧
烧灼
干烤 (160~170°C, 2h)
红外线

湿热灭菌法

pasteurization
煮沸法
流动蒸气消毒法
间歇蒸气灭菌法
高压蒸气灭菌法

121.3°C, 15~20 min



同一温度下, 湿热比干热效果好。

- **辐射杀菌法**

UV —— 杀菌原理，波长265~266nm

—— 用途与缺陷

电离辐射 β 、 γ 射线

- **滤过除菌法** —— **滤菌器** (0.22 μ m, 0.45 μ m)

不耐热血清、空气

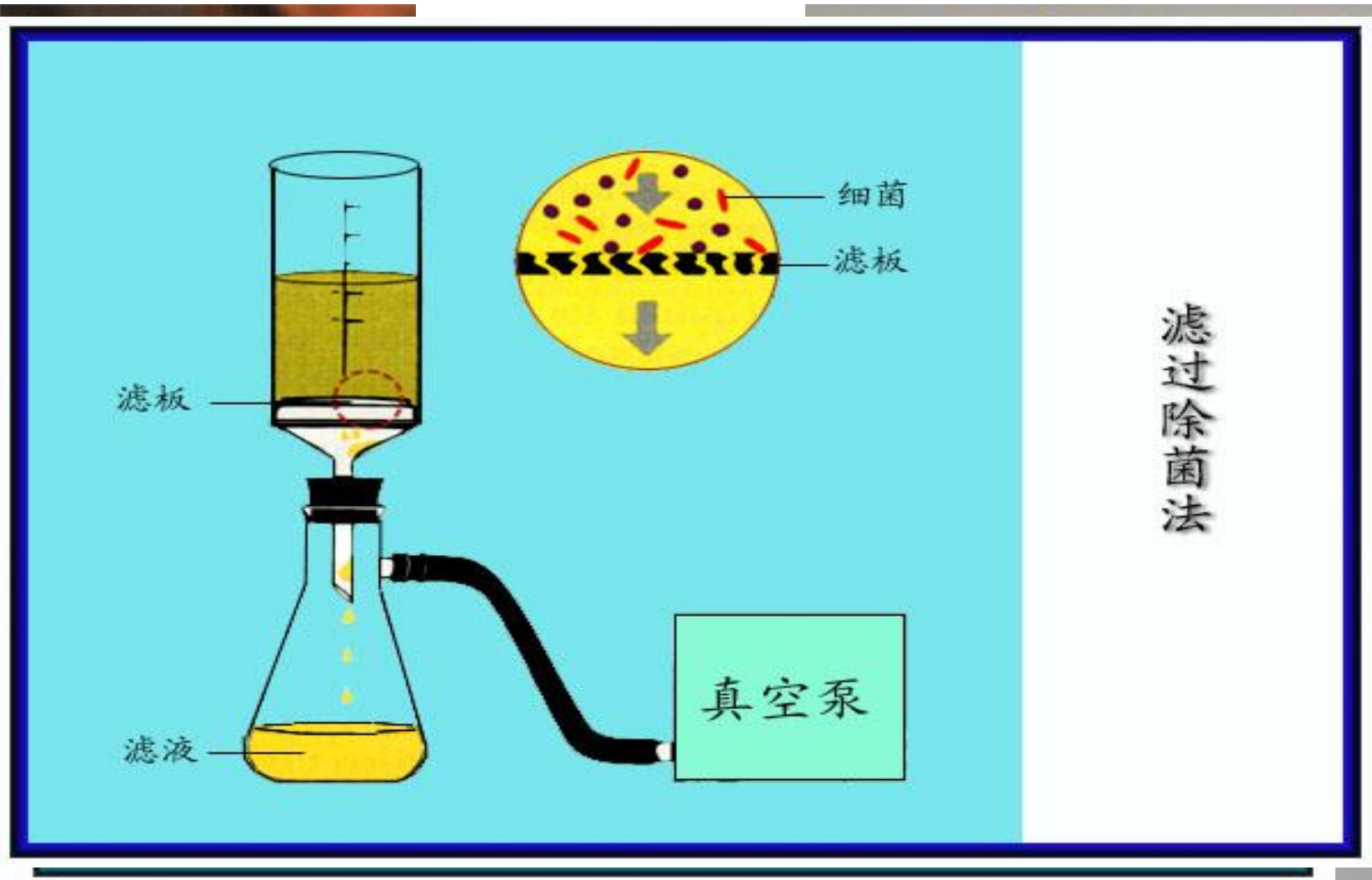
- **超声波杀菌法**

- **干燥与低温抑菌法**

冷冻真空干燥保存菌种



滤过除菌法 Filtration



化学消毒灭菌法(外用)

•常用消毒剂的杀菌机制

- 使菌体蛋白变性或凝固
- 干扰微生物酶系统和影响其代谢
- 损伤细胞膜

•选择原则

- 效果好
- 毒力低
- 便宜



• 消毒剂的主要种类

类别	作用机制	常用种类
酚类	蛋白变性，细胞膜损伤	石炭酸
醇类	蛋白变性	乙醇
氧化剂	氧化、蛋白沉淀	高锰酸钾、过氧乙酸、碘酒
重金属盐	氧化、蛋白酶变性	红汞、硫柳汞
表面活性剂	蛋白变性，细胞膜损伤	新洁而灭
染料	干扰氧化、抑制繁殖	龙胆紫
酸碱类	破坏膜、壁，蛋白凝固	醋酸、生石灰
烷化剂	蛋白质、核酸烷基化	环氧乙烷



化学消毒剂

	高效 消毒剂	中效 消毒剂	低效 消毒剂
繁殖体 (不包括结核杆菌)	+	+	+
繁殖体 (包括结核杆菌)	+	+	
芽胞	+		

消毒灭菌的应用

消灭传染源，切断传播途径

熟悉医院内相关
物品常用的消毒
灭菌方法

- 医疗器械
- 室内空气
- 皮肤
- 粘膜
- 病人污染物
- 病人排泄物和分泌物
- 环境

影响消毒灭菌效果的因素

- 微生物的种类、数量与物理状态
- 消毒剂的性质、浓度与作用时间
- 温度
- 酸碱度
- 有机物

summary

- **bacterium**生长繁殖的条件、规律及医学意义
- 与医学有关的**bacterium**代谢产物
- **概念: sterilization, disinfection, antiseptis, cleaning, asepsis**
- **消毒灭菌的方法**

预 习

噬菌体 细菌的遗传与变异