

# 第 5 章

## 微生物生长

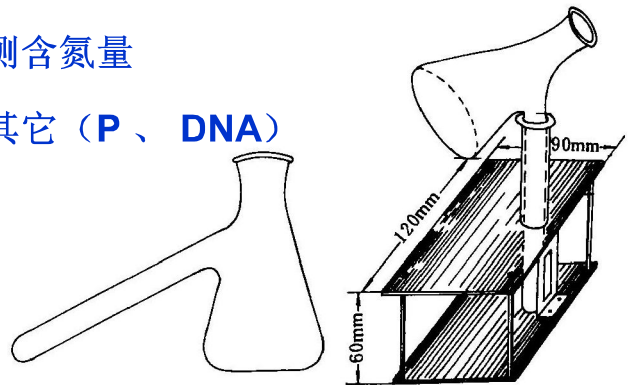
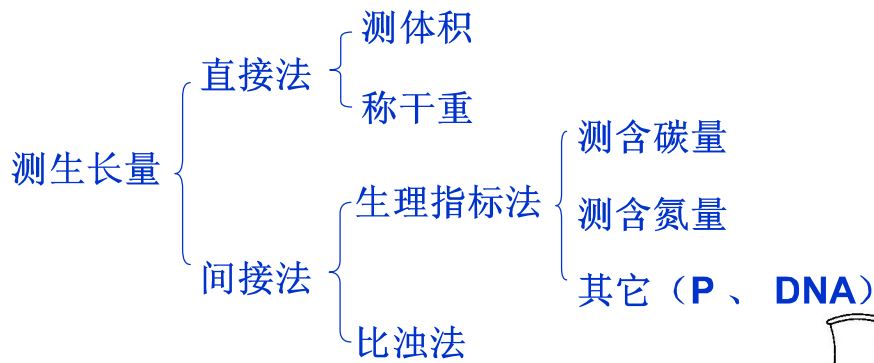
### Microbial Growth

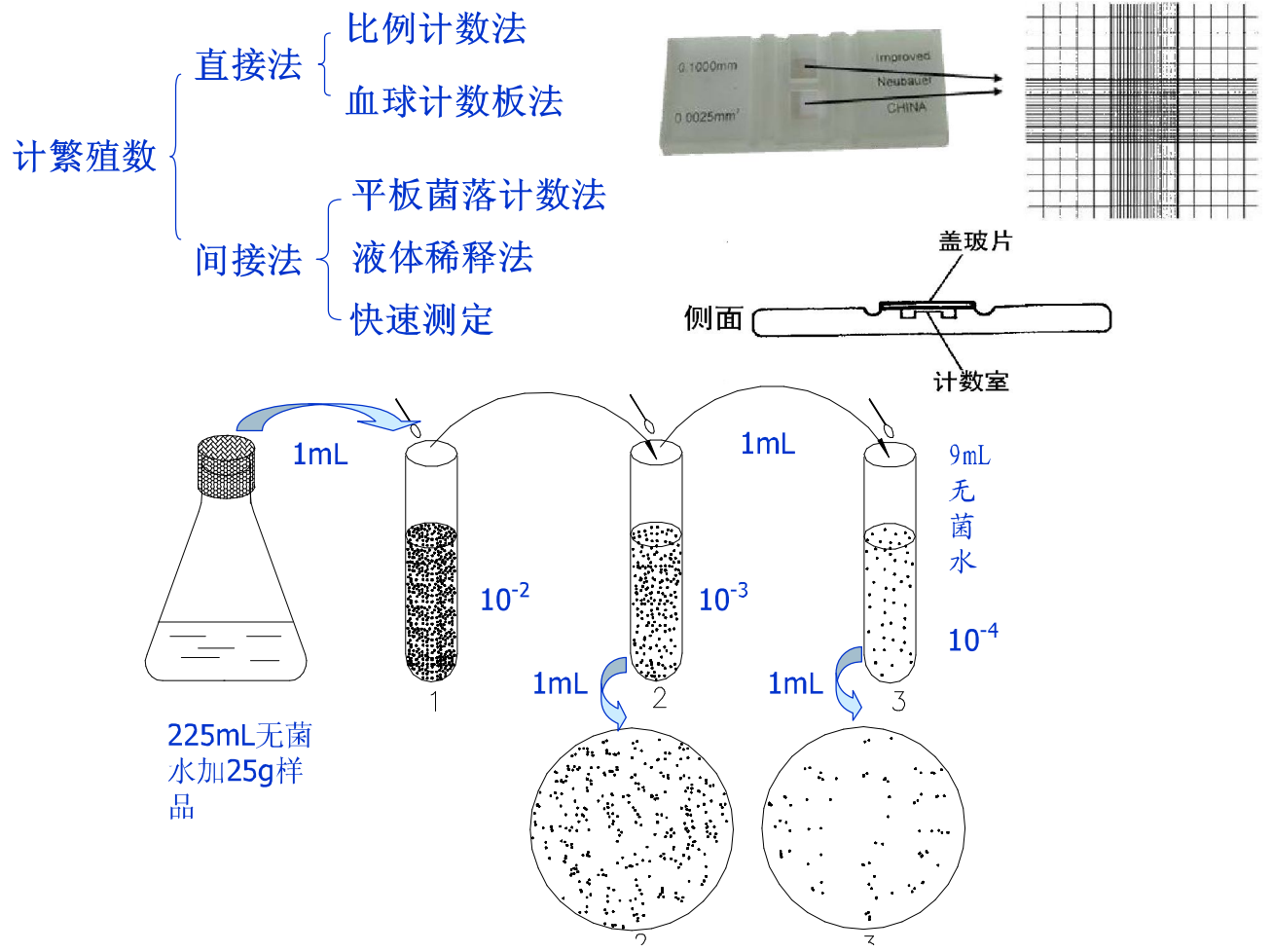
# 第一节 微生物纯培养分离及生长测定方法

☞ 个体生长 → 个体繁殖 → 群体生长

☞ 群体生长 = 个体生长 + 个体繁殖

## 一、生长量的测定方法



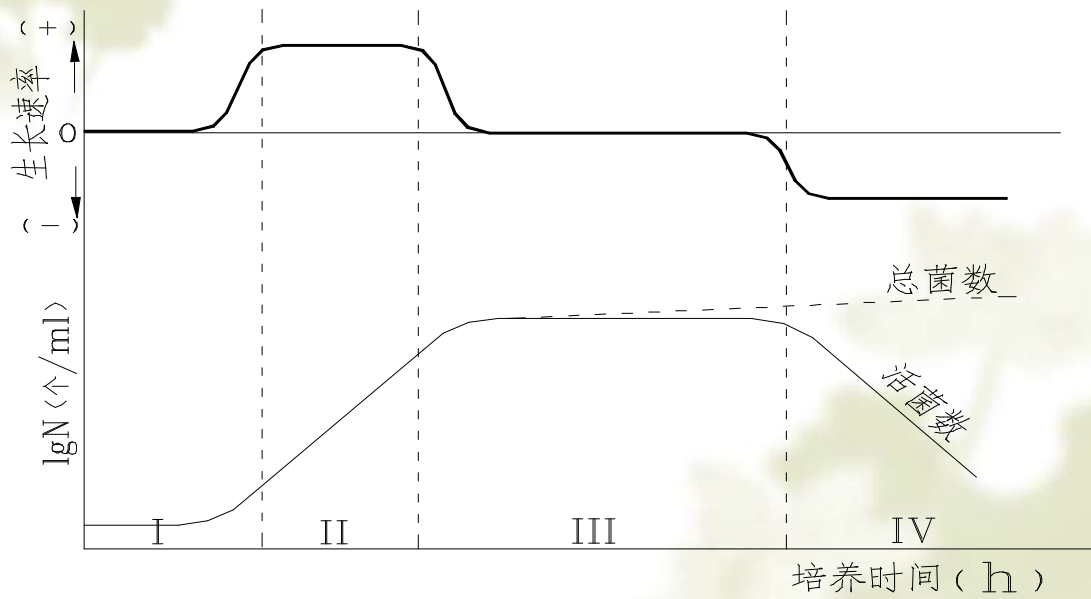


## 第二章 微生物的群体生长规律

### ❖ 1、典型的生长曲线

- ❧ 少量纯种单细胞接种到一定容积的液体培养基中，在适宜条件下培养，定时取样测定细胞数，然后以培养时间为横坐标，以细胞数的对数为纵坐标，可以得到有规律的曲线，即为单细胞微生物典型生长曲线。
- ❧ 适合对象：单细胞微生物（细菌、酵母等），不适合丝状生长的真菌或放线菌。

# 典型的生长曲线



延滞期 对数期 稳定期 衰亡期

# 延滞期(lag phase)

## ❖ 现象

☞ 培养体系内细胞数目几乎保持不变

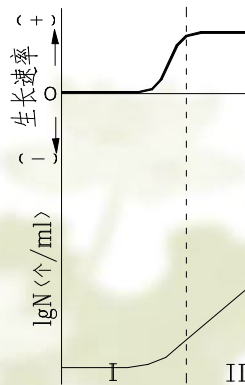
## ❖ 特点

☞ 生长速率常数为零;

☞ 细胞体积增大, **DNA**含量增多;

☞ 细胞合成代谢旺盛;

☞ 对外界不良反应敏感。



❖ 出现的原因:

- ☞ 重新调整代谢;
- ☞ 缺乏充足的中间代谢产物。

❖ 影响因素:

- ☞ 菌种的生理活性(菌种、菌龄)
- ☞ 培养基的组分
- ☞ 接种量

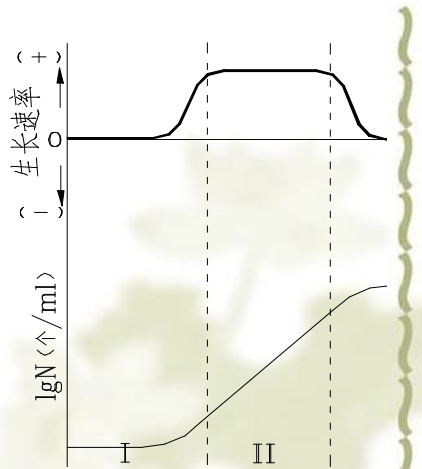
❖ 在发酵工业上为缩短延滞期, 常采用措施:

- ☞ 用对数期健壮菌体做菌种; 适当增大接种量; 种子培养基中加入生产培养基中某些成分。

# 对数期 (Logarithmic phase)

## ❖ 特点

- ❖ 生长速率常数最大，分裂快，菌数以几何级数增加，代时短；
- ❖ 菌体长的较标准，群体形态与生理特征一致，菌种健壮，菌体成分均匀，且单个存在的细胞占多数；
- ❖ 酶系活跃，代谢旺盛，营养消耗多，代谢产物不足以影响其生长。





## ❖ 原因

❖ 细胞完成生理调整，基质营养和环境适宜

## ❖ 影响微生物对数期代时的因素：

❖ 菌种

❖ 营养成分

❖ 营养物浓度——影响生长速率、总生长量

❖ 浓度低时影响生长速度，随浓度逐步提高生长速度不受影响，只影响最终菌体产量；如果浓度再提高，则生长速率、菌体产量均不受影响。

❖ 在较低浓度下，影响生长速率、菌体产量的营养物，叫做**生长限制因子**。

❖ 培养温度

## ❖ 重要参数

### ❖ 繁殖代数 (n)

$$n = \frac{\lg x_2 - \lg x_1}{\lg 2} = 3.322(\lg x_2 - \lg x_1)$$

### ❖ 增长速度常数 (R)

$$R = \frac{n}{t_2 - t_1} = \frac{3.322(\lg x_2 - \lg x_1)}{t_2 - t_1}$$

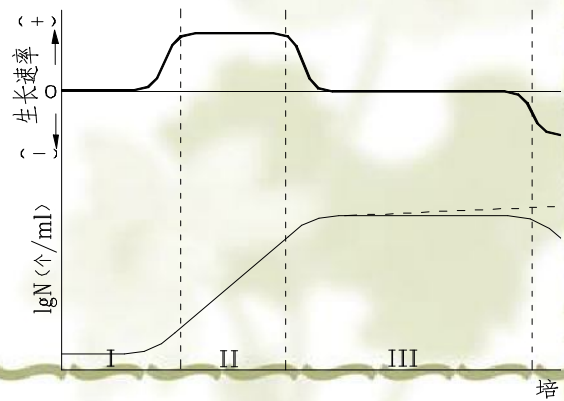
### ❖ 代时 (generation time)

$$G = \frac{1}{R} = \frac{t_2 - t_1}{3.322(\lg x_2 - \lg x_1)}$$

# 稳定期 (stationary phase)

## ❖ 特点:

- ❧ 新生数与死亡数基本相同，活菌数维持一个稳定数，生长速率常数为零；
- ❧ 细胞分裂速度降低，细胞质内贮藏物如糖原、脂肪粒等增多，大多芽孢菌形成芽孢；
- ❧ 代谢活动继续，并保持相当水平，但总体活力逐渐减弱，积累许多不利于微生物活动的代谢产物，营养物质失调。



❖ 原因:

- ❧ 营养物质逐渐消耗;
- ❧ 代谢废物逐渐积累;
- ❧ 环境条件不适宜。

❖ 影响因素:

- ❧ 遗传特性
- ❧ 培养条件和环境

❖ 有大量代谢物积累 → 获得代谢产物 → 乳酸; 又因为活菌数达最高水平 → 收获活菌 → 单细胞蛋白。

# 衰亡期 (decline phase)

## ❖ 特点

- ❧ 生长繁殖的菌体减少，死亡速度加大，整个群体呈负增大；
- ❧ 细胞内颗粒更明显，出现液泡，菌体常出现多种形态，包括畸形或衰退型；
- ❧ 细胞死亡并伴有自溶现象，菌体活力下降。

## ❖ 原因

- ❧ 菌体老化、生长环境进一步恶化

## 2、微生物的连续培养

### ❖ 连续培养（continuous culture）

❧ 在培养容器中，不断补充新鲜营养物质，并以同样的速率移出菌体和代谢物的培养方式。

### ❖ 连续培养的方法

#### ❧ 恒浊法      浊度计

- ❖ 采用高浓度养料，流速变化，浊度基本不变；
- ❖ 始终能以最高生长速率生长、繁殖，并在一定范围内控制不同的菌体密度；
- ❖ 光电系统的灵敏度决定了培养器的工作精度。

## 用途

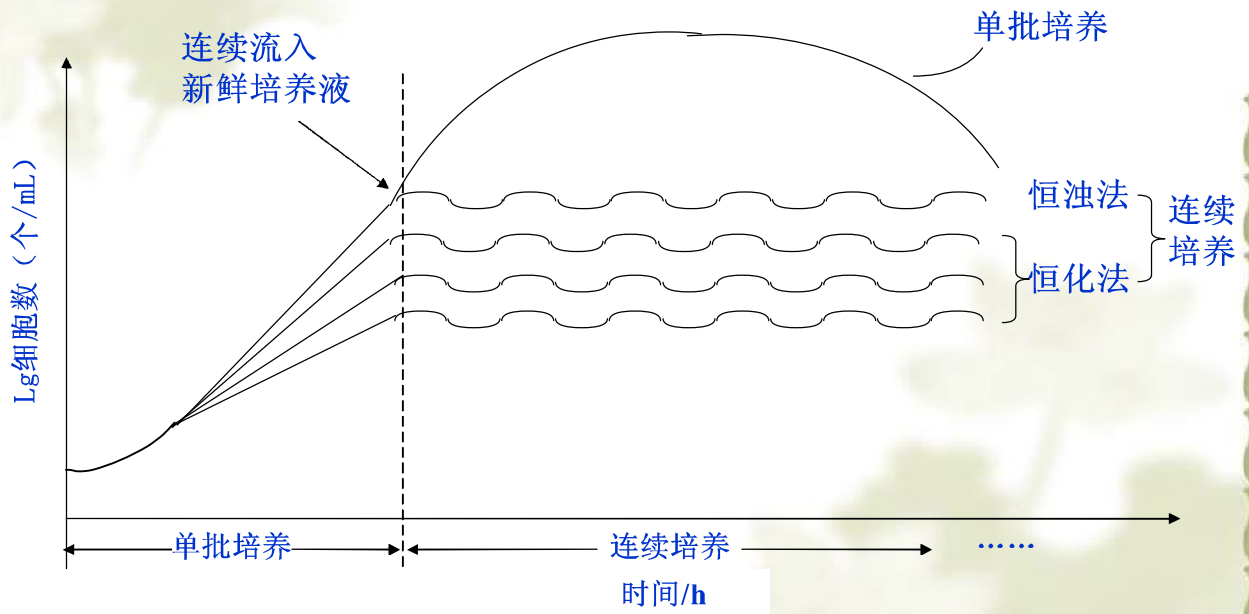
用于获得菌体以及与菌体生长平行的代谢产物。

## 恒化法

- ❖ 控制低浓度限制性养料，流速不变；
- ❖ 始终在低于最高生长速率条件下生长、繁殖；
- ❖ 获得生长速度一定的均一菌体、密度稳定的菌体。

## 用途

- ❖ 多用于实验室科学研究，特别用于与生长速率有关的各种理论研究。

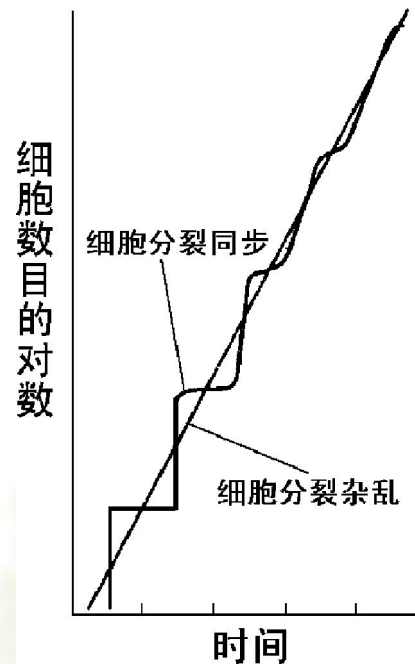




### 3、同步生长 ( Synchronous growth )

#### ❖ 同步培养 ( Synchronous culture )

使群体中的细胞处于比较一致的，生长发育均处于同一阶段上，即大多数细胞能同时进行生长或分裂的培养方法。



# ❖ 获得同步培养物的方法

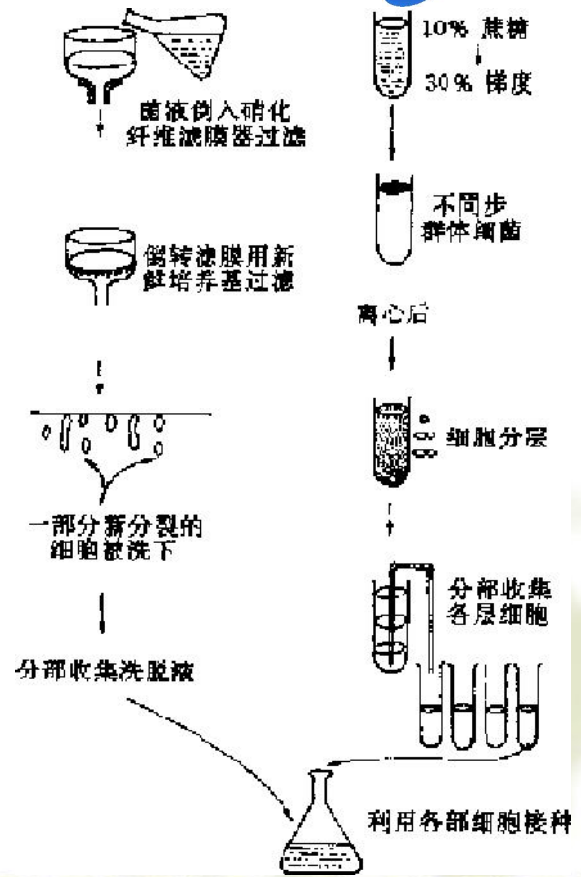
❖ 调整生理条件诱导同步

❖ 机械法

❖ 离心方法

❖ 过滤分离法

❖ 硝酸纤维素滤膜法



## 第三节 环境因素对微生物生长的影响

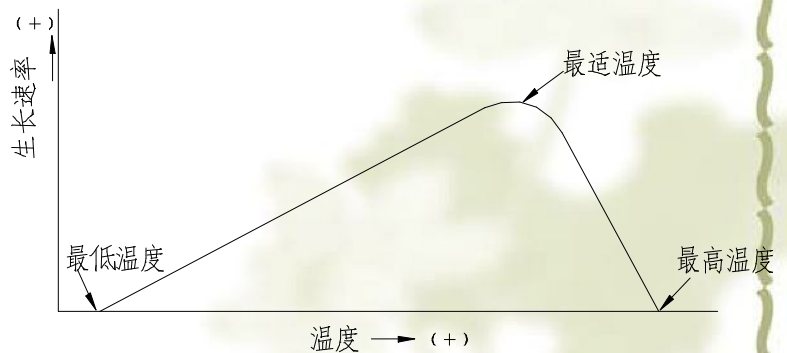
影响的环境因素 {

- 物理：温度、干燥、渗透压、辐射等
- 化学：pH值、化学消毒剂等
- 生物因素：寄生、互生、共生、拮抗等

### ❖ 1、温度

#### 🔹 生长温度三基点

- ❖ 最高生长温度
- ❖ 最适生长温度
- ❖ 最低生长温度



## ❖ 强调

- ❖ 最适生长温度指某菌分裂代时最短或生长速率最高时培养温度。
- ❖ 不同微生物，在其最适温度下，代时不同
- ❖ 同一微生物，其不同生理生化过程有着不同的最适温度。即最适生长温度并不等于生长量最高时的培养温度，也不等于发酵速度最高时的培养温度或累积代谢产物量最高时的培养温度，更不等于累积一代代谢产物量最高时的培养温度。

## 微生物各生理过程的不同最适温度

菌名	生长温度 (°C)	发酵温度 (°C)	累积产物温度 (°C)
<i>Streptococcus thermophilus</i> (嗜热链球菌)	37	47	37
<i>Streptococcus lactis</i> (乳酸链球菌)	34	40	产细胞: 25-30 产乳酸: 30
<i>Corynebacterium pekinensis</i> (北京棒状杆菌)	32	33~35	
<i>Penicillium chrysogenum</i> (产黄青霉)	30	25	20

## ❖ 实践意义

运用不同生理代谢过程所需温度特点，对微生物采用**变温分段培养**，提高出品率及生产效率。

如：产黄青霉**165h**发酵过程：**30℃ 5h**，**25℃ 35h**，**20℃ 85h**，**25℃ 40h**，产量比自始至终**30℃**恒温培养对照提高**14.7%**。

## ❖ 微生物按生长温度范围不同分类

不同类型微生物生长温度范围

微生物类型		最低生长温度	最适生长温度	最高生长温度
低温型	专性嗜冷	-12	5—15	15—20
	兼性嗜冷	-5—0	10—20	25—30
中温型	室温	10—20	20—35	40—45
	体温	10—20	35—40	40—45
高温型		25—45	50—60	70—95

# 低温微生物

- ❖ 嗜冷微生物操作要求
- ❖ 低温微生物耐低温的原因
  - ☞ 胞内酶耐低温;
  - ☞ 细胞膜中不饱和脂肪酸的含量高。
- ❖ 冰冻对微生物生长的影响
  - ☞ 降低代谢速率，抑制菌体生长
  - ☞ 导致敏感菌的死亡
    - ❖ 物理效应      冻结导致裂解或冰晶刺伤
    - ❖ 化学效应      脱水

## ❖ 影响微生物抗低温的因素

### ❖ 微生物本身因素:

❖ 微生物种类不同，抗冰冻能力不同；

❖ 一般球菌比G<sup>-</sup>杆菌强，具有芽孢的菌体细胞、真菌的孢子有较强的抗冷冻特性。

### ❖ 与低温有关的因素

#### ❖ 温度影响

❖ 贮存时间相等，冻结温度相对较高的，死亡菌多，活菌少，伤菌少，实验证明，微生物存放于-2℃时，菌数下降较多，再低，菌数下降较少，一般低达-20℃以下时，菌数下降非常缓慢。



# 荧光假单胞菌 在冷冻贮藏中的死亡率

温度 (°C)	贮藏天数	占最初菌数的百分率		
		损伤菌	死亡菌	正常菌
-7	1	25	51	24
	7	17	82	1
	15	1.9	98	0.1
-18	1	41	51	8
	7	34	63	3
	15	12.8	87	0.2
-29	1	35	48	17
	7	39	54	7
	15	36	59	5

## ☞ 时间

- ❖ 不论采用哪个温度，贮存时间越长，死亡菌数越多，活菌越少。

## ☞ 降温速度影响

- ❖ 一定温度范围内，降温对某些微生物死亡率有明显影响。

## ❖ 基质及环境因素：

### ☞ 干燥，真空

- ❖ 冷冻真空干燥保存菌种，注意冰冻、解冻交替，菌体易亡。

### ☞ 基质

- ❖ 糖、盐、蛋白质等存在时，对微生物有保护作用；
- ❖ 基质中酸高、水多会加速微生物死亡。

# 冻结冰淇淋 对伤寒沙门氏菌的影响

贮存时间	冰淇淋配料中伤寒沙门氏菌 (菌数/毫升)
5天	51000000
20天	10000000
70天	2200000
342天	660000
648天	51000
2年	6300
2年4个月	有活菌



# 不同冷冻方式 对粘质赛氏杆菌的影响

一次连续冷冻后存活菌数 (个/mL)		交替冷冻融化后存活菌数 (个/mL)	
接种量	340000	接种量	340000
21小时	42000	冷融一次	2600
30小时	36000	冷融二次	280
48小时	14000	冷融三次	15
96小时	1900	冷融四次	0



# 高温型微生物

## ❖ 嗜热微生物的耐热机理

- ☞ 具有对热稳定的酶及蛋白质，蛋白质合成机构——核糖体及其他成分抗高温。可高温处理
- ☞ 细胞中脂肪组成不同。饱和脂肪酸多，不饱和脂肪酸少。需高温
- ☞ 鞭毛具抗热性，70℃不破坏。耐高温
- ☞ 生长速率快，能迅速合成生物大分子，弥补高温对大分子的破坏。

## ❖ 嗜热微生物的生长特性

☞ 缓慢期非常短;

☞ 对数期也非常短, 一定范围因温度越高, 菌数增长速率越大。菌数增长速度随温度升高而越快, 即温度高时代时短。

☞ 进入稳定期后, 迅速死亡。

## ❖ 应用

☞ 利用反应代谢快, 加快生产;

☞ 对于有害菌, 灭菌速度要快。

## ❖ 高温对微生物的影响

☞ 引起菌体蛋白质等大分子物质的变性

## ❖ 影响高温效应的因素

☞ 菌体本身

### ❖ 菌种

☞ 嗜热菌抗热力大于嗜温菌和嗜冷菌，芽孢大于非芽孢菌，球菌大于非芽孢杆菌，革兰氏阳性菌大于革兰氏阴性菌，霉菌大于酵母菌，霉菌和酵母孢子大于其菌丝体。细菌芽孢和霉菌菌核抗热力特别大。

# 各种微生物的抗热力

微 生 物	热死时间		微 生 物	热死时间	
	温度 (°C)	时间 (分)		温度 (°C)	时间 (分)
(G <sup>-</sup> ) 脆弱假单胞菌	50	35	(G <sup>+</sup> ) 保加利亚乳杆菌	71	30
(G <sup>-</sup> ) 氯针假单胞菌	60	10	(G <sup>+</sup> ) 胚芽乳杆菌	65-75	15
(G <sup>-</sup> ) 荧光假单胞菌	53	25	(G <sup>+</sup> ) 嗜热乳杆菌	71	30
赛氏杆菌 (低温性)	30	30	啤酒足球菌	60	8
海产弧菌 (低温性)	25	80	芽孢杆菌芽孢	100	2-120
(G <sup>-</sup> ) 鼠伤寒沙门氏菌	55	10*	梭状芽孢杆菌芽孢	100	5-800
(G <sup>-</sup> ) 伤寒沙门氏菌	60	5	酵母菌	50-60	10-15
(G <sup>-</sup> ) 桑夫顿柏格沙门氏菌	60	6*	产朊假丝酵母	55	10
(G <sup>+</sup> 杆) 金黄色葡萄球菌	63	7	异常汉逊氏酵母	50	30*

\*D值



# 各种微生物的抗热力 (续)

微生物	热死时间		微生物	热死时间	
	温度(°C)	时间(分)		温度(°C)	时间(分)
(G <sup>-</sup> 杆)大肠杆菌	60	5-30	脆壁酵母	54	7
(G <sup>+</sup> 杆)结核杆菌	61	30	鲁氏酵母	50	14*
(G <sup>-</sup> 杆)产气肠细菌	47	60	膜醭毕氏酵母	54	5
玫瑰色醋酸杆菌	50	5	啤酒酵母	50	9*
纹膜醋酸杆菌	60	10	霉菌菌核	82-85	1000
	80	5		90-100	300
许氏醋酸杆菌	55	10	霉菌	60	5-10
胶醋酸杆菌	55	10	黑曲霉孢子	50	4*
嗜热链球菌	70-75	30	汤密青霉孢子	60	2.5*

\*D值

## ❖ 菌龄

☞ 同样的条件下，对数生长期的菌体抗热力较弱，而稳定期的老龄细胞较强，老龄的细菌芽孢较幼龄的细菌芽孢抗热力强。

## ❖ 菌体数量

肉毒杆菌芽孢的数量对热力致死时间的影响（100℃）

芽孢菌数	热死时间
72000000000	240
1640000000	125
32000000	110
650000	85
16000	50
328	40

## ❖ 基质因素

### ❖ 水分

- ❖ 微生物的抗热力随含水量减少而增大，同一种微生物在干热环境中比在湿热环境中抗热力大

#### 干热与湿热空气对不同细菌的致死时间

细菌种类 \ 加热方式	干热90℃	90℃，相对湿度	
		20%	80%
白喉棒杆菌	24h	2h	2min
痢疾杆菌	3h	2h	2min
伤寒杆菌	3h	2h	2min
葡萄球菌	8h	3h	2min

## ❖ 脂肪、糖、蛋白质等物质

### 不同基质对微生物抗热力的影响

菌种名称	基质温度 (°C)	基质名称	热死时间 (分)
大肠杆菌	70	水	< 5
	70	30%果糖	> 30
肉毒梭状芽孢杆菌	100	水	330
	100	棉子油	425
肉毒梭状芽孢杆菌	120	水	3
	120	20%明胶	720
马铃薯芽孢杆菌	120	磷酸盐缓冲液	20min残留60%
	120	0.5%蛋白质	20min残留82%

对微生物有保护作用，微生物的抗热力随这类物质的增多而增大

## ❖ 盐类

- ☞ 有些可降低基质水分活性，从而增强抗热力；
- ☞ 另一类盐类如钙盐、镁盐可减弱微生物对热的抵抗力。

## ❖ pH值

- ☞ pH值范围是7左右，抗热力最强；pH值升高或下降都可以减少微生物的抗热力。特别是酸性环境微生物的抗热力减弱更明显

### 枯草杆菌芽孢的抗热力与pH值的关系

pH	4.4	5.6	6.8	7.6	8.4
生存(分)	2	7	11	11	9

(在1/15M磷酸溶液中加热100℃)

## ❖ 加热温度与时间

- ↻ 加热温度越高，微生物抗热力越弱，越易死亡；
- ↻ 一定高温范围内，温度越高杀死所需时间越短；
- ↻ 加热时间越长，热致死作用越大。

### 温度对芽孢热死时间的影响

加热温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	肉毒杆菌 (A型) 含有 $6 \times 10^{10}$ 芽孢/mL 缓冲悬液 pH7	嗜热菌株 含有 $15 \times 10^4$ 芽孢/mL 玉米汁 pH6 ~ 8.1
100	360 (min)	1140 (min)
105	120	—
110	36	180
115	12	60
120	5	17

## 2、干燥

### ❖ 干燥对微生物的影响

☞ 细胞内蛋白质、盐类浓度增高，水分活性降低，抑制生长，造成死亡。

#### 微生物生长的水分活度范围

类型	最低生长 $A_w$	最适生长 $A_w$
干生性微生物	0.80以下	0.95—0.98
中生性微生物	0.80—0.90	0.98—1.00
湿生性微生物	0.90	1.00

# 不同微生物生长的 $A_w$ 值

	类 群	最低 $A_w$ 值
细菌	大肠杆菌	0.935 ~ 0.960
	枯草芽孢杆菌	0.915 ~ 0.930
霉菌	黑曲霉	0.88
	灰绿曲霉	0.78
酵母	产朊假丝酵母	0.94
	各种酵母	0.88
	酵母属的酵母	0.60



# 影响微生物抗干燥的因素

## ❖ 菌体本身因素

### ❧ 菌种

- ❖ 细菌芽孢抗力最强，其它依次为霉菌、酵母孢子，G<sup>+</sup>球菌，酵母营养细胞，霉菌菌丝。

### ❧ 菌龄 幼龄菌敏感

## ❖ 基质、环境条件

### ❧ 温度

- ❖ 干燥时温度高，微生物易死亡，低温干燥，抗力强；

## 空气

- ❖ 真空干燥，真空低温环境贮存，可长期存活。

## 基质

- ❖ 在蒸馏水中抗力弱，生存时间短；
- ❖ 在糖、淀粉、蛋白质等中有保护作用，可存数年。

## 干燥速度

空气高速：不易死亡

空气缓速：死亡多，干燥早期，死亡最多。

## 3、渗透压

### ❖ 渗透压对微生物的影响

❧ 高渗溶液——质壁分离，低渗溶液——膨胀

### ❖ 影响微生物抗渗性的因素

#### ❧ 菌种类

❖ 多数杆菌在超过**10%**的盐溶液中就不能生长，如大肠杆菌、沙门氏菌、肉毒梭菌等；

❖ 球菌被抑制的盐浓度**15%**，霉菌在**20~25%**才能抑制。

## 渗透液

### ❖ 浓度

完全抑制微生物生长最低浓度，盐**18 ~ 25%**，蔗糖**70 ~ 80%**

### ❖ 溶质

相同浓度的盐、糖液，对微生物的作用不同；  
要达到同一抑菌效果，蔗糖必须比食盐大**6倍**以上的浓度。

### ❖ 溶质分子量

分子量愈小的糖液，含分子数愈多，渗透压愈大，对微生物的作用愈大

## 4、pH

### 主要微生物类群的基本pH适应范围

微生物类群	最低生长pH值		最适生长pH值	最高生长pH值	
	一般	极端		一般	极端
细菌	3.5 ~ 4	0.5 氧化硫硫杆菌	6.5 ~ 7.5	9.5	11 副溶血性弧菌
酵母菌	2 ~ 3		4.5 ~ 5.5	8.0	
霉菌	1 ~ 3		4.5 ~ 5.5	8.0	

## ❖ 强调:

❖ 不同类型的微生物各有其适应的生长pH值。

❖ 同一微生物在不同的生长阶段，不同的生理、生化过程中，有不同的最适pH值要求。

如：***Asp. niger***(黑曲霉)在pH2-2.5，有利于产柠檬酸，只产少量草酸；在pH2.5-6.5范围内，以菌体生长为主；而在pH7左右，以合成草酸为主，柠檬酸量极少。

❖ 微生物自身代谢对基质pH值有影响；

❖ 在适当范围内，尽管pH变化很大，但其内环境pH值相当稳定，一般接近中性。这样避免DNA、ATP等被酸破坏，RNA、磷脂类物质被碱破坏。一般胞内酶最适pH值接近中性，胞外酶最适pH接近环境。

# 酸碱类对微生物的影响

## ❖ 酸类对微生物的作用

### ☞ 机理

#### ❖ 氢离子作用

- ☞ 改变膜电位，影响营养物质吸收；
- ☞ 影响酶的功能；
- ☞ 影响基质中各类物质的性质；
- ☞ 改变代谢途径。

#### ❖ 酸游离的阴离子和未电离的分子

## ❖ 碱类

### 🌀 机理

❖ 通过改变环境pH值，引起细胞质水解或凝结。

## 细菌死灭率与NaOH浓度的关系

NaOH%		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
细菌死灭 时间 (min)	50℃			41.7	27.6	19.8	15.2	12.4	10.0	8.2
	60℃	4.68	20.4	11.7	7.8	5.7	4.0			



## 5、氧气

### ❖ 按照微生物与氧气的关系分类：

#### ❖ 好氧菌

##### ❖ 专性好氧菌：在正常大气压下进行好氧呼吸产能

❖ 具有较完善的呼吸酶系统，需要分子氧作为受氢体，只能在有氧的情况下生长繁殖；

❖ 大多数细菌，所有放线菌、霉菌。

##### ❖ 兼性厌氧菌：以呼吸为主，兼营发酵或厌氧呼吸产能

❖ 具有完善的酶系统，不论在有氧或无氧环境中都能生长；

❖ 酿酒酵母、大肠杆菌、大多数病原菌属于此类。

❖ 微好氧菌：氧气分压1~3kPa下生活，正常氧气分压为20kPa

## ❖ 厌氧菌

❖ 耐氧菌：只能以发酵产能，分子氧对其无毒

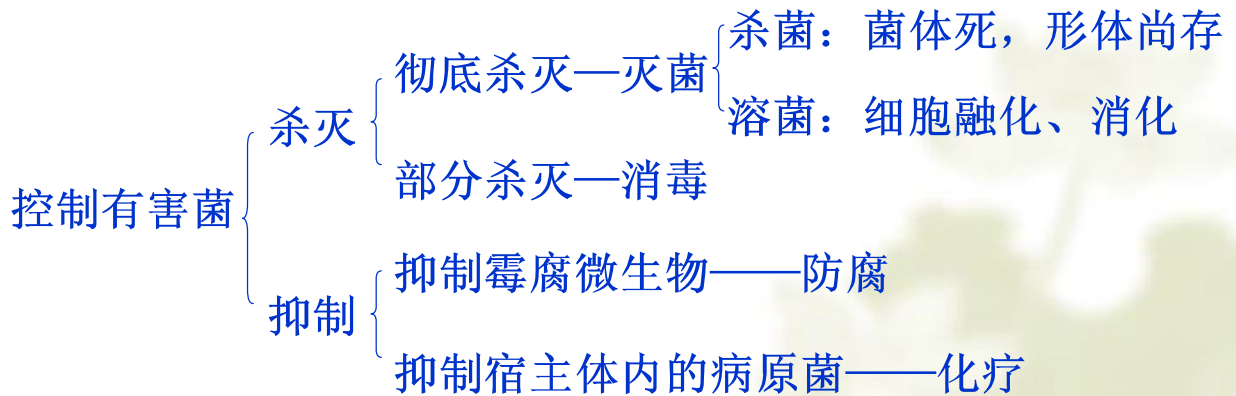
❖ 专性厌氧菌：只在无氧下生活，氧气对其有剧毒

厌氧菌氧毒害的机制：

❖ 由于厌氧菌细胞内缺乏SOD，无法消除 $O_2^{\cdot -}$ ，后者反应力很强，性质极不稳定，在细胞内可破坏各种重要的生物大分子和膜，也可形成其他活性氧化物，对生物非常有害

## 第四节 杀、抑菌技术

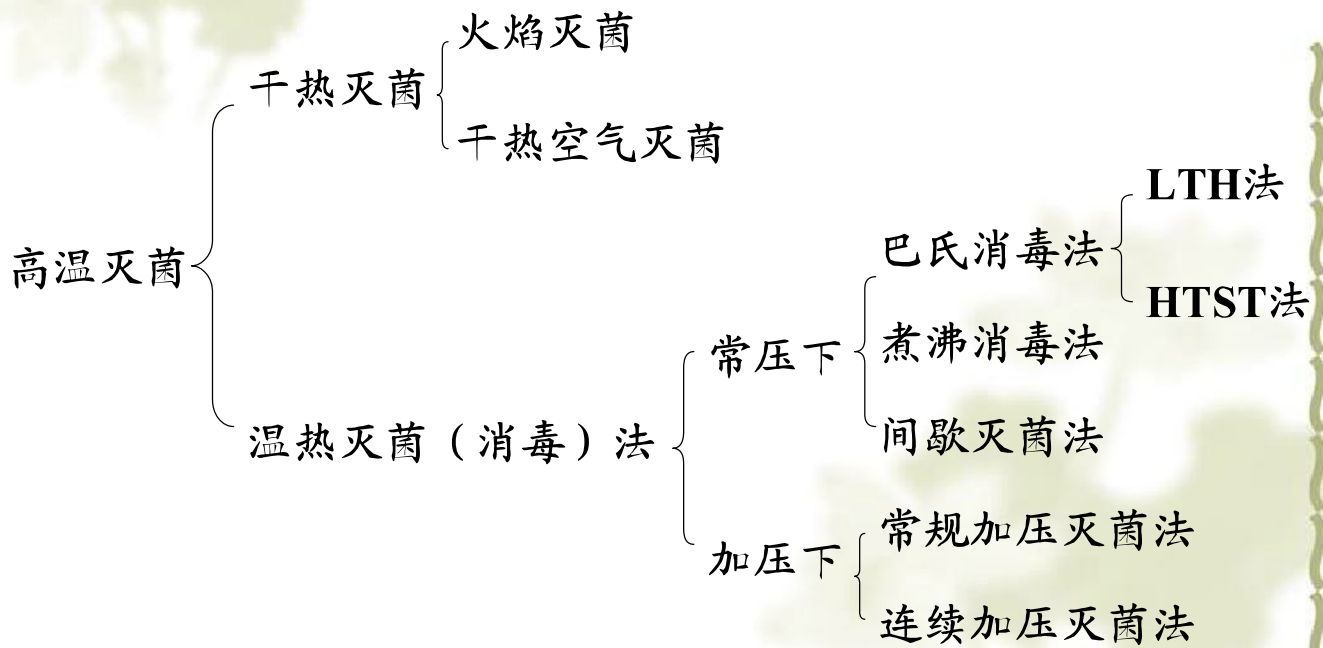
### 控制有害微生物的措施



## ❖ 相关概念

- ❖ 灭菌：杀灭物体上所有的微生物。
- ❖ 消毒：仅杀死物体表面或内部病原菌，对被消毒的物体基本无害
- ❖ 防腐：抑制微生物生长繁殖，防止食品腐败变质
- ❖ 商业灭菌：从商品角度考虑，对食品进行的灭菌。
  - ❖ 最大限度杀死微生物：病原体必须彻底杀灭；非病原体最大限度杀死
  - ❖ 最大限度保存营养
- ❖ 无菌：在一定范围内或一定物体上没有活微生物存在。

# 1、加热灭菌和加热消毒的方法



## 2、紫外线对微生物的影响

### ❖ 影响机理

- ☞ 细胞中核酸具吸收紫外线的性能，吸收峰260nm。
- ☞ 作用于核酸时，轻者可以引起细胞代谢机能改变而发生变异，即诱变育种；重则破坏分子结构，妨碍蛋白质和酶的合成，核酸形成胸腺嘧啶二聚体（不能复制）。

### ❖ 影响因素

#### ☞ 菌种类

- ❖  $G^-$  无芽孢菌最敏感， $G^+$  菌次之，病毒、芽孢抵抗力最强。

## ❖ 基质

- ❖ 紫外线穿透力差，不易透过不透明的物质。
- ❖ 蒸馏水 > 生理盐水 > 含有  $\text{Fe}^{2+}$  的水 > 海水 > 浅井水 > 葡萄糖液 > 含有  $\text{Fe}^{3+}$  的水 > 合成酒 > 牛乳

## ❖ 紫外线

- ❖ 波长
- ❖ 强度
- ❖ 被照物距离
- ❖ 照射时间

## 3、化学消毒剂

### ❖ 氧化剂

#### ☞ 杀菌机理

❖ 游离氧作用于蛋白质的活性基团，造成代谢障碍。

☞ 过氧化氢、高锰酸钾、次氯酸盐、卤素、漂白粉、过氧乙酸等

### ❖ 重金属盐类

☞ Hg、Ag、Cu等



## ❖ 有机物

### ❖ 酚类

- ❖ 损伤微生物细胞壁和细胞膜，使钝化和蛋白质变性。
- ❖ 常用：苯酚、来苏尔

### ❖ 醇类

- ❖ 破坏膜结构，使蛋白质变性。
- ❖ 70 ~ 75%酒精，穿透力强。

### ❖ 醛类

- ❖ 与蛋白质中氨基酸的多种基团结合

## ❖ 酸类

- ❖ 山梨酸钾、苯甲酸钠，丙酸及其盐类，过氧乙酸、乳酸

## ❖ 表面活性剂

- ❖ 阳离子型：主要是季铵盐类化合物，对G<sup>+</sup>、G<sup>-</sup>均有明显杀菌作用。
  - ❖ 新洁尔灭：0.05-0.1%用于皮肤、粘膜、手术器械消毒，对芽孢无杀菌作用
- ❖ 阴离子型：主要肥皂水、洗衣粉（十二碳硫酸钠）。杀菌、消毒能力相对较弱。
- ❖ 非离子型：一些高分子化合物，不电离，没有抑菌活性