

# 《食品工艺学》课后习题及答案

## 第一篇 食品的原料和材料

课后习题：

问答题：

### 1. 简述果胶、单宁、有机酸的加工特性

答：果胶（半乳糖醛酸长链）：

#### 1、存在形式：

原果胶 果胶 果胶酸

果胶物质在果蔬中的变化过程

原果胶（原果胶酶或酸）→纤维素→半纤维素+木质素，果胶（果胶酶或酸、碱）→甲醇（果胶酸）

#### 2、加工特性

（1）果胶是不定性、无味的白色物体或淡黄色的物质、溶于水，形成胶体，不溶于乙醇和硫酸，因此工业上常用此法制果胶。

（2）果胶的凝冻性

（3）果汁的澄清

（4）果酒的生产

（5）控制采收的成熟度

单宁物质：

水解型单宁、缩合型单宁

加工特性：

#### 1、涩味



2、变色

3、单宁与蛋白质产生絮凝

有机酸：

苹果酸、柠檬酸、酒石酸

加工特性：

- (1) 酸味
- (2) 酸与杀菌的关系
- (3) 酸与金属腐蚀的关系
- (4) 酸与食品品质的关系

**2. 如何防止果蔬中的酶促褐变？**

答：防止酶促褐变

1、加热破坏酶的活力

2、调 PH 值降低酶的活力

3、加抗氧化剂

一有亚硫酸盐，维生素 C 等。

亚硫酸盐既是抗氧化剂，又是酶的强抑制剂。

4、与氧隔绝

放入盐水中，一方面避免与氧的接触，另一方面盐对酶的活力也有一定的抑制作用。

生产过程中盐的用量一般在 1%左右。

**3. 简述大豆制品中的蛋白质和油脂的特性。**

一、大豆中的蛋白质



大豆平均含 40%的蛋白南，其中 80%~88%是可溶的。

在豆制品的加工中主要利用的就是这一类蛋白质，84%是球蛋白，并且大部分是糖蛋白，组成大豆蛋白的氨基酸有 18 种之多。

大豆蛋白中含有 8 种必需氨基酸，且比例比较合理，只是赖氨酸的含量相对稍高，蛋氨酸、半胱氨酸含量略低。

加工特性：注意蛋白质的提取利用率及大豆蛋白质的溶解程度和稳定性。

大豆蛋白的溶解度：是指一定条件下大豆蛋白中可溶性大豆蛋白所占的比例，常用氮溶解指数（NSI）表示。

氮溶解指数（NSI）=（水溶性氮/样品中的总数氮）×100%加工工艺和参数对氮溶解指数有很大的影响。

大豆蛋白的等电点约在 4.5 左右，此时的溶解度最低，蛋白质最不稳定。

## 二、大豆油脂

大豆中含量 20%，不饱和脂肪酸含量为 80.7%亚油酸含量为 50.8%。

特点：具有较高的营养价值

对大豆食品的风味、口感等方面有很大的影响。脂类在脂肪氧化酸的作用下发生氧化降低产生腥味。

除腥方法：加热、调整 pH、闪蒸



## 第二篇 罐藏食品工艺

### 课后习题:

### 名词解释:

1. 罐头食品: 是指将符合标准要求的原料经处理、调味后装入金属罐、玻璃罐、软包装材料等容器, 再经排气密封、高温杀菌、冷却等过程制成的一类食品。
2. 商业无菌: 罐头食品经过适度的热杀菌后, 不含有对人体健康有害的致病性微生物(包括休眠体), 也不含有在通常温度条件下能在罐头中繁殖的非致病性微生物。
3. D 值: 指在一定的条件和热力致死温度下, 杀死原有菌数的 90% 所需要的杀菌时间。
4. Z 值: 在一定条件下, 热力致死时间呈 10 倍变化时, 所对应的热
5. 顶隙: 罐头食品上表面表与罐盖之间的垂直距离。
6. 叠接率: 指卷边内身钩与盖钩重叠的程度。
7. 二重卷边: 用两个具有不同形状的槽沟的卷边滚轮依次将罐身翻边和罐盖沟边同时弯曲、相互卷合, 最后构成两者紧密重叠的卷边, 达到密封的目的。

### 问答题:

#### 1. 简述罐藏食品对其容器的性能要求。

A 对人体无毒害: (容器性质稳定, 不污染食品) 罐藏容器性质稳定, 不与食品发生化学反应, 不危害人体健康, 不污染食品, 不影响风



味外观。

**B 良好的密封性能**（食品与外界完全隔绝，不再受外界微生物污染）  
食品的腐败变质通常是由于微生物活动和繁殖所致；罐藏食品容器的密封性能差，将会导致杀菌后的食品重新受到微生物的污染使食品败坏变质；要求容器具有良好的密封性能，使食品与外界完全隔绝，不再受外界微生物污染。

**C 良好的耐腐蚀性能**（食品成分有很强的腐蚀性，易造成污染和败坏）。

**D 适合工业化生产**（适应机械化、自动化，效率高、成本低、质量稳定）。

## 2. 简述罐藏食品装罐的工艺要求。

食品原料经过预处理、整理后，应和辅料一起迅速装罐，装罐时要按产品的规格和标准进行。

1. 装罐要迅速：
2. 食品质量要求一致：
3. 保证一定的重量：
4. 必须保持适当的顶隙：
5. 重视清洁卫生：

## 3. 简述造成罐头食品腐败变质的主要原因。

答：主要有以下三个主要因素：

### A 杀菌不足

造成原因很多，包括原料的污染情况；新鲜度；车间清洁卫生情况；



生成技术管理；杀菌操作技术；杀菌工艺条件的合理性等。

如果原料污染严重，新鲜度极差，那么杀菌强度再怎么提高，也不一定能够达到杀菌的要求，也不能生产出优质的罐头食品。

杀菌过程中合理选用杀菌式，严格掌握操作规程，防止杀菌锅中出现“气袋”和“死角”也是十分重要的。

### B 罐头破损和裂漏

导致裂漏的原因：卷边结构不良：重合率 $<45\%$ ；杀菌时锅内压力和罐内压力平衡控制不当，引起罐内突角，卷边松动。杀菌后冷却时腐败菌随空气或水被吸入罐内，而引起腐败。

### C. 罐头食品在杀菌前出现早期腐败：

大多数是因为生产管理不当及在高温季节生产高峰期原料积压所致。

原料污染严重，则杀菌强度需提高。

为了减少杀菌前微生物的污染与繁殖，需特别加强原辅料、加工过程及周围环境等方面的卫生，严格控制清洁用水，水质等卫生标准。

## 4. 确定某种罐藏食品热杀菌条件时，需要考虑哪些因素？它们如何影响杀菌效果？

因素	影响
原料种类、品种	原料特性(pH 值、化学成分)影响微生物种类、耐热性； 原料的状态影响罐头食品的传热方式。
加工方法	食品装罐前的处理(加热)会改变罐头食品中的微生物类型、微生物数量 人工酸化等处理可降低微生物的耐热性。
成品品质要求	营养、风味和质地等； 原料的热敏性。



微生物耐热性	不同类型的微生物，其耐热性不同。
酶的耐热性	采用超高温瞬时杀菌时微生物可以致死，但酶不能完全失活。

### 第三篇 软饮料工艺

#### 课后习题：

#### 名词解释：

- 1.软饮料:乙醇含量在 0.5%以下的饮用品。
- 2.调味糖浆：原糖浆添加柠檬酸、色素、香精等各种配料，制备而成的为调味糖浆。
3. 碳酸化:在水中加入二氧化碳的过程成为碳酸化。
4. 果蔬汁饮料: 果蔬汁饮料是在原果蔬汁或浓缩果蔬汁中加入水、糖液、酸味剂等调制而成的澄清或混浊汁制品。
5. 乳饮料：乳饮料是以鲜乳或乳制品为原料（经发酵或未经发酵），经加工制成的成品。
- 6.发酵型含乳饮料：发酵型含乳饮料是以鲜乳或乳制品为原料，经乳酸菌类培养发酵制得的乳液中加入水、糖液等调制而成的制品。
7. 植物蛋白饮料：植物蛋白饮料是用蛋白质含量较高的植物的果实、种子或核果类、坚果类的果仁为原料，经加工制得的制品。成品中蛋白质含量不低于 5g/L。
8. 固体饮料：固体饮料是以糖、食品添加剂、果汁或植物抽提物等为原料，加工制成的粉末状或块状制品。成品水分含量不高于 5%。

#### 问答题：

##### 1. 现调式碳酸饮料和预调式碳酸饮料的调和方式有什么不同？

答：现调式是指水先经冷却和碳酸化，然后再与调味糖浆分别灌入容



器中调和成汽水的方式，也叫“二次灌装法”。这种方法尤其适用于含有果肉成分的汽水。这种方法在灌水机漏水时可以不损失糖浆。它的缺点是糖浆通常与混合机中出来的水温不一致，在灌碳酸水时容易激起大量泡沫，所以应该在糖浆管路土加一个冷却器，使糖浆温度下降，接近于碳酸水的温度。

预调式是指水与调味糖浆按一定比例先调好，再经冷却混合，将达到一定含气量的成品灌入容器中的方式，也叫“一次灌装法”。这种方法需要大容积的二级配料罐，配合后如不能立即冷却、碳酸化，由于糖度低易为细菌污染。这种方法的优点是糖浆和水的比例失误小，准确度高，容器容量变化时，不需要改变比例，产品质量一致。此外，由于糖浆和水混合温度一致，起泡小，故只控制一次含气量即可。这种方法不适宜灌装带果肉粒子的汽水。

## 2. 二氧化碳在碳酸饮料中的主要作用是什么？

答：二氧化碳在碳酸饮料中的主要作用是：（1）碳酸在人体内吸热分解，把体内热量带出起到清凉作用；（2）二氧化碳能抑制好气性微生物的生长繁殖；（3）当二氧化碳从汽水中逸出时，能带出香味，增强风味；（4）能带给人舒服的刹口感。

## 3. 简述植物蛋白饮料的一般工艺流程。

答：选料及原料的预处理→浸泡、磨浆→浆渣分离→加热调制→真空脱臭→均质→灌装杀菌→成品





## 第四篇 果蔬制品工艺

### 课后习题：

### 名词解释：

1. 干制：利用一定的手段，减少原料中的水分，将其可溶性固形物的浓度提高到微生物不能利用的程度，同时，原料本身所含酶的活性也受到抑制，使产品得以长期保存。

2. 脱水：就是为保证食品品质变化最小，在人工控制条件下促使食品水分蒸发的工艺过程。脱水就是指人工干燥。

复水率——复水后沥干质量（G）与干制品试样质量（G）的比值。 $R_{复} = G_{复} / G_{干}$

3. 返砂：即重结晶 因糖煮条件掌握不当，产品内部或表面会出现结晶糖霜，质地粗糙变硬，失去光泽，容易破损，品质低劣。

4. 流糖/汤：高温高湿季节，果脯制品吸湿回潮，表面发粘变质。

5. 果蔬的腌制：果蔬的腌制是只利用食盐等物质或有益微生物的活动来抑制有害微生物的活动，使经过预处理后的果蔬能够在常温下得以保存并增添新的风味的加工方式。

6. 发酵性腌渍品：该产品用盐量较少或不用盐，在腌渍过程中都有比较旺盛的乳酸发酵现象，一般还伴随有微弱的酒精发酵与醋酸发酵，利用发酵所产生的乳酸与加入的食盐、香料、调味料等的防腐力使产品得以保藏，并增进其风味，产品一般都具有明显的酸味，总酸中以乳酸为主。



7. 正型乳酸发酵：发酵中主要生成乳酸，没有或很少有其他产物的生成，产酸量高。
8. 倒缸：腌渍品腌渍过程当中在菜缸的一端留一口空缸，依次翻倒，使缸上下温度、盐水浓度以及原料吸收盐的程度均匀，并排除产生的不良气体。
9. 果蔬的速冻加工：果蔬的速冻加工是指将经过预处理的原料采用快速冻结的方法使其冻结，然后在 $-18\sim-20^{\circ}\text{C}$ 低温下进行保藏的一种加工方式。
10. 酶促褐变：酶促褐变是指在有氧存在时，酚酶（多酚氧化酶、儿茶酚酶）很容易将果蔬中含有的酚类物质氧化成醌，再进一步形成羟醌，羟醌进行聚合，形成黑色素物质。

### 问答题：

#### 1. 简述干制对微生物和酶的影响。

干制对微生物的影响：干制过程中，微生物脱水，干制后，微生物处于休眠状态；干制不能将所有的微生物杀死，只能抑制它们的活动。

干制对酶的影响：干制时水分减少，使酶的活性下降；酶和反应基质却同时增浓，使得它们之间的反应率加速。

#### 2. 简述食品干燥过程的特征。

食品初期加热阶段：食品温度迅速上升至热空气的湿球温度，食品水分则沿曲线逐渐下降，而干燥速率则由零增至最高值

恒速干燥阶段：水分按直线规律下降，干燥速率稳定不变，向物料所提供的热量全部消耗于水分蒸发，食品温度不再升高



降速干燥阶段：干燥速率逐渐减慢，水分逐渐减少，食品温度上升，直至达到平衡水分时干燥速率为零，食品温度则上升到与热空气干球温度相等

### 3. 简述影响食品干燥的因素。

在干燥过程中的加工条件，由干燥机类型和操作条件决定  
置于干燥机中的食品的性质

加工条件：

温度：提高空气温度，加快干燥速度

空气流速：空气流速增加，对流质量传递速度提高，从而表面蒸发加快

相对湿度：温度不变，相对湿度越低，空气的湿度饱和差越大，干燥速度越快

大气压和真空度

食品性质：

表面积：被处理的食品表面积越大，与加热介质接触的表面就越多，供水分逸出的表面也越多；其次，粒度越小或者厚度越薄，热从食品表面传递到中心的距离就越短，水分从食品内部迁移到表面以逸出的距离也越短。

组成分子定向

细胞结构

溶质类型和浓度

### 4. 简述食品在干燥过程中的变化（物理变化、化学变化）。



(1) 物理变化:

质量减轻、体积缩小: 果蔬干制后质量约为原来的 10—30%，体积为原料的 20—35%

收缩

表面硬化

物料内部多孔性形成

热塑性的出现

(2) 化学变化:

营养成分的变化:

水分含量降低，蛋白质、脂肪、碳水化合物、灰分含量升高。

果蔬中果糖和葡萄糖不稳定而易于分解，自然干制时，呼吸作用的进行要消耗一部分糖分和其他有机物质，人工干制时，长时间的高温处理引起糖的焦化

维生素 C 在酸性溶液或浓度较高的糖液中较稳定，在阳光照射和碱性环境中易被破坏。

维生素 B1 (硫胺素) 对热敏感，维生素 B2 (核黄素) 对光敏感  
颜色的变化: 果品、蔬菜中色素物质的变化; 褐变引起的颜色变化;

透明度的改变

色素物质的变化:

叶绿素 → 脱镁叶绿素

鲜绿色 → 褐色

护色: 60—75℃ 热水烫漂，微碱性水处理



花青素：例如茄子的果皮紫色是一种花青甙，氧化后呈褐色，与铁、锡等离子结合后，形成青紫色络合物，硫处理会使花青素褪色而漂白褐变：

酶促褐变的条件：多酚类、多酚氧化酶、氧

措施：抑制酶的活性，防止与氧接触

加热处理 90-95℃ 7秒

化学处理 SO<sub>2</sub> 熏硫法（硫磺）

浸硫法（亚硫酸盐或亚硫酸）

调节 pH 值 酶促褐变最适 pH6—7

驱氧法

非酶促褐变：焦糖化作用，美拉德反应

风味的变化：加热，失去一些挥发性风味成分

透明度的改变：透明度越高，干制品品质越好

## 5. 试述果蔬糖制品常见的质量问题，原因及控制措施。

### 1 返砂和流糖/汤

（1）因糖煮条件掌握不当，产品内部或表面会出现结晶糖霜，质地粗糙变硬，失去光泽，容易破损，品质低劣，此即“返砂”，即重结晶

高温高湿季节，果脯制品吸湿回潮，表面发粘变质，产生“流糖/汤”现象

### （2）原因

返砂：转化糖不足；贮藏期间温度过低（特别是在温度低于 10℃时）；



流糖/汤：转化糖过量；贮藏期间湿度过大

### （3）预防措施

返砂：

A 控制转化糖与蔗糖的比例（转化糖占总糖量 40~50%为宜）：糖煮时可加柠檬酸，调整 pH2.5~3；或在糖液中加入果葡糖浆、麦芽糖浆、淀粉糖浆、蜂蜜等代替部分蔗糖。

B 糖制时加入果胶、蛋清等非糖物质

C 贮藏温度不低于 10℃

流糖/汤：

A 控制好转化糖与蔗糖的比例，防止过度转化

B 控制贮藏温度 15℃，相对湿度不大于 70%

## 2 煮烂与皱缩

### （1）原因

煮烂：划皮、刻花太深，成熟度不适宜

皱缩：“吃糖”不足

### （2）预防措施

煮烂：硬化处理或煮制前先用煮沸的清水或 1%食盐水热烫数分钟

皱缩：分次加糖，使糖液浓度逐渐提高，延长浸渍时间。真空渗糖

## 3 成品褐变

原因：酶促褐变和非酶褐变

预防措施：针对酶促褐变：硫化处理；热烫。针对非酶褐变（美拉德）：

在达到热烫和糖煮目的的前提下，尽量缩短糖煮时间和干燥时间"



## 6. 试述蔬菜腌制品的分类及特点。

根据产品在生产过程中是否有显著的发酵过程,可以将其分为发酵性腌渍品和非发酵性腌渍品两大类。

### 1. 发酵性腌渍品(fermented pickles)

该类产品用盐量较少或不用盐,在腌渍过程中都有比较旺盛的乳酸发酵现象,一般还伴随有微弱的酒精发酵与醋酸发酵,利用发酵所产生的乳酸与加入的食盐、香料、调味料等的防腐力使产品得以保藏,并增进其风味,产品一般都具有明显的酸味,总酸中以乳酸为主

1) 干盐腌制法: 西欧的酸菜、中国的酸白菜等。

2) 盐水腌制法: 如泡菜、酸黄瓜等。

### 2. 非发酵性腌渍品(non-fermented pickles)

该类腌渍品的特点是腌制时,食盐用量较大,在腌制过程中,产品的发酵作用不显著,产品含酸量很低,而含盐量较高,通常感觉不出有酸味。主要是利用高浓度的食盐、糖及其它调味品来保藏和增进其风味。

依其所用配料、水分多少和味道不同,分为以下三大类

1) 盐渍菜: 腌制方法比较简单,只进行盐腌,利用较浓的盐液来保藏蔬菜,并通过腌制改进蔬菜的风味。在腌制过程中有时也伴有轻微的发酵。

根据产品状态不同分为:

A 湿态腌菜: 腌制成后,菜与腌渍液(菜卤)不分开,如腌白菜、腌雪里蕻等



B 半干态腌菜：腌制后，菜与腌渍液分开，但产品的含水量仍较高，产品表面湿润。如榨菜，含水量约占 40~50%

C 干态腌菜：腌成后，一般要进行干燥处理（如晾晒），产品含水量相对较低，产品表面干燥，如干笋片、梅干菜等

2) 酱渍菜：该类产品在腌制后，还要浸入酱或酱油中进行酱渍处理，分为咸味酱菜和甜味酱菜

3) 糖醋菜类：蔬菜经过盐腌后，浸入配制好的糖醋液中处理

## 7. 简述冻结速度与冰晶分布的关系及其对食品质量的影响。

(1) 冻结速度快，细胞内、外几乎同时达到形成冰晶的温度条件，组织内冰层推进速度大于水移动速度、冰晶分布越接近天然食品中液态水的分布情况，且冰晶呈针状结晶体，数量多，冰晶小。

(2) 冻结速度慢，冰晶首先在细胞外的间隙中产生，而此时细胞内的水分仍以液相形式存在。在蒸汽压差的作用下，细胞内的水分透过细胞膜向细胞外的冰晶移动，使大部分水冻结于细胞间隙内，形成较大冰晶且分布不均匀。

(3) 缓慢冻结过程中，因冰核形成数量少，冰晶生长速度快，所以冰晶大；大冰晶对细胞膜产生的张力大，使细胞破裂，组织结构受到损伤，解冻时大量汁液流出，致使食品品质明显下降。快速冻结时，细胞内外同时产生冰晶，晶核形成数量多，冰晶细小且分布均匀，组织结构无明显损伤，解冻时汁液流失少，解冻时复原性好；所以快速冻结的食品比缓慢冻结食品的质量好。冻结速度从表面到中心速度明显减慢。为提高食品质量，冻结速度不能太慢。





8. 果蔬产品极易变色，变色往往会导致产品品质降低。试述果蔬加工中原料变色的机理以及控制措施。

(1) 酶促褐变

酶促褐变：是指在有氧存在时，酚酶（多酚氧化酶、儿茶酚酶）很容易将果蔬中含有的酚类物质氧化成醌，再进一步形成羟醌，羟醌进行聚合，形成黑色素物质。

破坏酶活性的方法有以下几种：（4分）

- 1、热处理法
- 2、酸处理法
- 3、二氧化硫及亚硫酸盐处理
- 4、其它措施 去除和隔绝氧气以及加酚酶底物类似物，如肉桂酸、对位香豆酸、阿魏酸等酚酸，也可以有效地控制酶促褐变。

(2) 非酶褐变

非酶褐变：是在没有酶参与的情况下发生的褐变称为非酶褐变。非酶褐变的类型包括：美拉德反应、焦糖化褐变、控制非酶褐变方法。

控制措施

- (1)、低温可延缓非酶褐变的的过程。
- (2)、用亚硫酸盐处理可以抑制羰氨反应。
- (3)、羰氨反应在碱性条件下较易进行，降低 pH 值可抑制褐变。
- (4)、使用不易发生褐变的糖类，如蔗糖。



(5)、适当添加钙盐，钙盐有协同 SO<sub>2</sub> 抑制褐变的作用。

(6)、降低产品浓度可降低褐变速率。

## 9. 简述果酱加工制作的原理和工艺要点。

原理：(1)、高糖的保藏作用：高渗透压作用、降低制品水分活度、抗氧化性、脱水作用。(2)、果酱凝胶的形成：分散高度水和的果胶束因加糖煮制蒸发脱水和加柠檬酸电性中和在温度低于 50℃ 即形成凝胶。果胶含量 1% 左右、糖含量 > 50%、酸度 pH2.5~3.5、温度小于 50℃。

工艺要点：

(1) 原料处理：原料选择、清洗、去皮、去杂、称取净重、按比例配糖配酸、沸水烫漂、稍冷却后打浆、果浆过滤去籽待用。

(2) 配制糖液：白砂糖加适量水，配成 70%~75% 的浓糖液。煮沸后用四层纱布过滤待用。

(3) 浓缩煮制：果浆、糖液混合加热浓缩至温度 103~106℃，离火前几分钟将柠檬酸用少量水溶解后加入果酱中，出锅后迅速趁热装罐。

(4) 密封及杀菌

## 10. 果蔬组织中果胶物质以哪些形式存在？试述果酱类制品加工中果胶形成凝胶的原理和条件。

果蔬组织中果胶物质常以原果胶、水溶性果胶、果胶酸三种形式存在。

果酱类制品中果胶形成凝胶有两种形态：高甲氧基果胶形成果胶—糖—酸型凝胶、低甲氧基果胶的羧基与钙镁离子形成离子结合型凝胶。



(1) 高甲氧基果胶形成凝胶:

原理: 高度分散的水合的果胶束因为加热脱水以及电中和形成果胶—糖—酸型凝胶。果胶束在溶液中一般带负电荷, 当 pH 值下降至 3.5 以下, 脱水剂 50% 以上或加热脱水时果胶形成凝胶。

形成条件: 果胶含量, 果胶凝胶性强弱取决于果胶含量、分子量以及果胶分子甲氧基含量。果胶含量一般要在 1% 以上; pH 值, 凝胶的最适 pH 值范围为 2—3.5 糖浓度, 含糖量达到 50% 以上才具有脱水效果, 浓度越大脱水效果越强; 温度, 原辅料配比适当, 温度越低凝胶速度越快。

(2) 低甲氧基果胶(50%以上的羧基未被甲酯化)形成凝胶:

原理: 低甲氧基果胶对金属离子很敏感, 易形成离子结合型凝胶。

形成条件: 钙镁离子浓度, 也是影响低甲氧基果胶形成凝胶的主要条件, 一般每克果胶最低用量为 4—10 毫克; pH 值, pH2.5-6.5 之间均能形成凝胶; 温度, 温度对凝胶的形成影响很大, 0—30℃, 温度越低凝胶强度越大; 低甲氧基果胶形成凝胶与含糖量无关。



## 第五篇 乳制品工艺

### 课后习题：

### 名词解释：

- 1.酪蛋白：在温度 20℃时调节脱脂乳的 pH 值至 4.6 时沉淀的一类蛋白质称为酪蛋白。
- 2.酸乳：以牛（羊）乳或复原乳为原料，添加适量砂糖，经巴氏杀菌后冷却，加入纯乳酸菌发酵剂，经保温发酵而制得的乳制品。
- 3.异常乳：异常乳是指由于乳牛本身生理、病理以及其它因素(包括人为的因素)的原因造成牛乳的成分和性质发生变化的乳。
- 4.乳粉：乳粉是以鲜乳为原料,或以鲜乳为主要原料，添加一定数量的植物或动物蛋白质、脂肪、维生素、矿物质等配料，除去乳中几乎全部的水分,干燥后而制成的粉末状乳制品。
- 5.乳清：20℃时调整脱脂乳的 pH 至 4.6，沉淀析出的蛋白质即为酪蛋白，剩余的淡黄色液体即为乳清。
- 6.配制乳粉：针对不同人群的营养需要，在牛乳中加入或提取某些特殊的营养成分，经加工而制成的乳粉。
- 7.酸奶发酵剂：加工酸奶所用的特定特定微生物的培养物。
- 8.乳清蛋白：乳清蛋白是指溶解分散在乳清中的蛋白质，可分为热稳定和热不稳定的乳清蛋白两部分（或乳白蛋白、乳球蛋白、酪等）。
- 9.牛乳的滴定酸度：取 10ml 牛乳，以酚酞为指示剂，用 0.1mol/lNaOH 标准溶液进行滴定，消耗 NaOH 标准溶液的毫升数乘以 10 即为牛乳



的滴定酸度( $^{\circ}\text{T}$ )(或取 100ml 牛乳,以酚酞为指示剂,用 0.1mol/INaOH 标准溶液进行滴定,消耗 NaOH 溶液的毫升数)。

10.巴氏杀菌乳:以牛乳或复原乳为原料,经标准化、均质、巴氏杀菌冷却后灌装入包装容器,直接供消费者饮用的商品乳。

**问答题:**

**1. 简述杀菌乳的工艺流程。**

原料乳验收→预处理→预热→均质→巴氏杀菌→冷却→灌装→包装  
检验→冷藏→成品

**2. 简述乳粉的加工工艺流程。**

原料乳验收→预处理→预热、均质、杀菌→真空浓缩→喷雾干燥→出  
粉→晾粉、筛粉→包装→装箱→检验→成品

**3. 加工酸乳的原料乳有哪些特殊要求?**

- ①鲜乳总固形物含量不得低于 11.5%,其中非脂乳固形物含量不应低于 8.5%。
- ②不得使用含有抗生素或残留有效氯等杀菌剂的乳。
- ③不得使用患有乳房炎的乳牛分泌的乳。
- ④不得使用不卫生牧场或受到严重污染的乳。

**4. 简述凝固性酸乳的加工工艺流程。**

原料乳验收→净化→标准化→配料→预热、均质、杀菌、冷却→接种  
发酵剂→灌装→发酵→冷却→后熟→成品

**5. 简述搅拌型酸奶的加工工艺流程。**

原料乳验收→预处理→预热均质→杀菌→冷却→接种→发酵→冷却



→搅拌→灌装→冷藏→成品

## 6. 乳粉原料干燥前为什么要进行真空浓缩处理？

(1)、干燥前浓缩，有利于提高干燥设备的利用率，节约能源、降低成本。

(2)、真空浓缩有利于提高产品质量。

(3)、真空浓缩有利于改善乳粉的贮藏性。

(4)、真空浓缩有利于乳粉的包装。

## 7. 脱脂乳用酸或凝乳酶处理后，可得到那些物质？分别说出每种物质的化学成分。

(1)可得到凝快和乳清

(2)凝快的主要化学成分是酪蛋白。

乳清的主要化学成分是乳清蛋白、水、水溶性维生素、乳糖、无机盐。

## 8. 速溶乳粉与普通乳粉相比，具有冲调性好、能迅速溶解、不结团、即使在冷水中也能速溶的特点。请说出使速溶乳粉具有此特点的工艺措施。

(1)、喷雾干燥塔喷出的乳粉落入振动硫化床，在振动硫化床的第一区使潮湿乳粉继续附聚成稳定化的团粒。颗粒大小直接影响冲调性，直径大，冲调性好。

(2)、在附聚表面涂布卵磷脂。



## 第六篇 肉制品工艺

### 课后习题：

### 名词解释：

- 1.系水力：叫保水性或系水性，是指当肌肉受外力作用时，如加压、切碎、加热、冷冻、解冻、腌制等加工或贮藏条件下保持其原有水分与添加水分的能力。
- 2.成熟(Ageing)：尸僵完全的肉在冰点以上温度条件下放置一定时间，使其僵直解除、肌肉变软，系水力和风味得到很大改善的过程。包括尸僵的解除及在组织蛋白酶作用下进一步成熟的过程。
- 3.嫩度：是肉的食用品质之一，指肉在食用时口感的老嫩，反映了肉的质地。是消费者评判肉制品优劣的常用指标。在实践中指煮熟了的肉有柔软多汁，易被嚼烂的特性。在检测上，常测定肉的剪切力的大小来表示。
- 4.冻结烧：肉品在冻藏期间由于肉表面的冰晶发生升华，在肉组织的表面形成许多的细微孔洞，犹如海面状样结构，增加了汁液防御空气中氧气的接触面积，造成脂肪发生氧化，冻肉产生酸败味，肉表面发生黄褐色的变化，表层组织粗糙等现象。严重的干耗就是冻结烧。
- 5.肉的腌制：以食盐或以食盐为主，添加发色剂、蔗糖等辅助材料，对原料肉及其半成品进行处理的工艺过程。
- 6.肉的浸出物：浸出物是指除蛋白质、盐类、维生素外能溶于水的浸出性物质，包括含氮浸出物和无氮浸出物。



问答题：

### 1. 简述硝酸盐在肉制品中的发色机理。

答：首先硝酸盐在肉中脱氮菌(或还原物质)的作用下，还原成亚硝酸盐；然后与肉中的乳酸产生复分解作用而形成亚硝酸；亚硝酸再分解产生氧化氮；氧化氮与肌肉纤维细胞中的肌红蛋白(或血红蛋白)结合而产生鲜红色的亚硝基(NO)肌红蛋白(或亚硝基血红蛋白)，使肉具有鲜艳的玫瑰红色。

### 2. 影响肉嫩度的因素有哪些？

答：宰前因素，与宰前因素有关的因素有：①、物种、品种和性别；②、年龄；③、肌肉部位。与宰后因素有关的有：①、肌肉的温度；②、肌肉的成熟度；③、通过烹调加热可以改变肉的嫩度。

### 3. 肉的人工嫩化方法有那几种方式？

答：①、用嫩化酶处理，主要是一些植物蛋白酶，如菠萝蛋白酶、木瓜蛋白酶，其主要作用是对结缔组织的胶原蛋白和弹性蛋白起水解作用，使肉得以嫩化；②、通过电刺激，引起肌纤维收缩痉挛，加速肌肉的尸僵加速。成熟时间缩短；③、醋渍法，用酸性溶液浸泡肉使肉的pH下降，加快肉的成熟过程；④、用压力法，给肉施以高压，破坏肌纤维，使Ca<sup>2+</sup>释放，激活蛋白质水解酶，加快肉的成熟过程。

### 4. 成熟肉为什么好吃？

答：成熟的肉，肉的各方面品质都得到很好的改善。(1)嫩度的改善，随着肉成熟的发展，肉的嫩度产生显著的变化。刚屠宰之后肉的嫩度





最好，在尸僵时嫩度最差。成熟肉的嫩度有所改善。(2)肉保水性的提高，肉在成熟时，保水性又有回升，使肉的吸水能力增强，肉汁的流失减少，获得的肉制品品质好，且出品率高。(3)蛋白质的变化，肉成熟时，肌肉中许多酶类对某些蛋白质有一定的分解作用，从而促使成熟过程中肌肉中盐溶性蛋白质的浸出性增加。伴随肉的成熟，蛋白质在酶的作用下，肽链解离，使游离的氨基增多，肉水合力增强，变得柔嫩多汁。(4)风味得到改善，成熟过程中改善肉风味的物质主要有两类，一类是 ATP 的降解物次黄嘌呤核苷酸(IMP)，另一类则是组织蛋白酶类的水解产物——氨基酸。随着成熟，肉中浸出物和游离氨基酸的含量增加，多种游离氨基酸存在，但是谷氨酸、精氨酸、亮氨酸、缬氨酸和甘氨酸较多，这些氨基酸都具有增加肉的滋味或有改善肉质香气的作用。

### 5.肉保持肉中水分的理化基础是什么？请在分析影响肉保水性因素的基础上论述提高肉保水能力的措施。

答(1)肉保持肉中水分的理化基础肉中含有结合水、不易流动水和自由水，加工过程中保持的水分主要是不易流动水，决定于决定于蛋白质的结构和所带电荷。

(2)影响肉保水性因素： $pH$ 。肌肉  $PH$  接近等电点时( $pH5.0\sim 5.4$ )，肌肉的系水力最低。宰后效应。刚宰后的肌肉，系水力很高，僵直后迅速下降，随着成熟，肉的系水力会徐徐回升。加热。肉加热时系水力明显降低，加热程度越高，系水力下降越明显。无机盐。对肌肉系水力影响较大的有食盐和磷酸盐等。当  $pH > PI$  (等电点) 时，食



盐可以提高系水力；当  $\text{pH} < \text{PI}$  时，食盐起降低系水力。磷酸盐在肉品加工中使用的多为多聚磷酸盐。动物因素。畜禽种类、年龄、性别、饲养条件、肌肉部位及屠宰前后处理等，对肉保水性都有影响。

(3) 提高肉的保水性的措施：改变肉的  $\text{pH}$ ：加酸；加碱（焦磷酸钠、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠）；腌制；加淀粉；加大豆分离蛋白、卡拉胶。



## 第七篇 谷物制品工艺

### 课后习题：

### 名词解释：

- 1.焙烤食品：焙烤食品以面粉为基础原料，与糖、油、蛋、奶等辅料混合，采取焙烤工艺而制成的饼干、面包、糕点等统称为焙烤食品。
- 2.湿面筋：调制面团时，面粉遇水，麦胶蛋白和麦谷蛋白迅速吸水膨胀形成坚实的面筋网络，网络中间还有其他非水溶性物质，这种网络结构称为湿面筋。
- 3.面团老化：随时间延长而发生的不良变化统称为陈化，也称老化、硬化或固化，包括面包皮变硬，掉渣，失去风味，面包瓤变紧，面包瓤不透明度增加及可溶性淀粉减少。
- 4.面团醒发：面团醒发也称最后醒发或最后发酵，（面包坯装模后）将整形后上述面团送入醒发室醒发，醒发温度掌握在 35℃-40℃左右，时间一般为 30-60 分钟，相对湿度 80-90%，醒发后的体积增至醒发前的两倍为宜。
- 5.酶促褐变：酶促褐变是指在有氧存在时，酚酶（多酚氧化酶、儿茶酚酶）很容易将果蔬中含有的酚类物质氧化成醌，再进一步形成羟醌，羟醌进行聚合，形成黑色素物质。
- 6.糕点：糕点是以面、油、糖为主料，配以蛋品、果仁、调味品等辅料，经过调制加工、熟制加工而精制成的食品。



问答题：

**1. 面包的制作工艺中，烘烤是很重要的工序。简述面包烘烤过程中发生的一系列变化和三段温区烘烤的原理。**

经成型的面包坯入炉烘烤，面包坯在烤炉中高温的作用下，发生了一系列的物理、生化和微生物的变化，在物理方面：表现为皮膜形成，气体膨胀，气体保持力降低，酒精蒸发；在化学方面，酵母作用加速，CO<sub>2</sub>生成，淀粉糊化，麸质凝固，发生糖焦化褐变反应等，最终使面包坯由"生"变"熟"。

面包烘烤应采用三段温区控制的方法。面包坯入炉初期应在炉温较低和相对湿度较高（60-70%）的条件下进行。下火应高于上火，以利于水分充分蒸发，面包体积最大限度地膨胀。上火不宜超过 120℃，下火约为 180-185℃。当面包瓤的温度达到 50-60℃时，面包体积已基本达到成品要求，面筋已膨胀至弹性极限，淀粉已糊化，酵母活动停止。这时可将炉温升到最高面火达 210℃，底火不应超过 210℃，此时面包坯定形。此后上火应高于下火，上火约为 220-230℃，底火为 140-160℃，使面包坯表面产生褐色的表皮，增加面包香味。

**2. 饼干按制作原理可以分为哪两类？简述两者在面团调制工序中的区别。**

一般饼干按制作原理分为：韧性饼干和酥性饼干。

韧性面团俗称热粉，因其在调制过程中要求的温度较高。要求它有较好的延伸性，适当的弹性，柔软而光滑，一定程度的可塑性。在调制



韧性面团时，应注意：

- A. 掌握加水量：含水量可控制在 18%-21%。
- B. 控制面团温度及投料顺序：温度常控制在 38-40℃。一般先将油、糖、奶、蛋等辅料加热水或热糖浆(冬天可使用 85℃ 以上热糖浆)在合面机中搅匀，再将面粉投入进行调制。
- C. 静置措施：静置后，其张力降低，粘性也下降，达到工艺要求。

酥性面团俗称冷粉，以其要求在较低温度下调制。要求面团有较大的可塑性，略有弹性和粘性，少有结合力，不粘棍。在调制酥性面团时，应注意：

- A. 投料顺序：先将糖、油、乳、蛋、疏松剂等辅料与适量的水送入合面机，搅拌成乳浊状，才将面粉、淀粉及香精投入。
- B. 加水量与硬软度：酥性面团要求含水量在 13%-18%，因此加水量较少。软面团容易起筋，要缩短调粉时间；较硬面团要延长调粉时间，否则会形成散砂状。
- C. 面团温度：酥性面团温度以控制在 26-30℃、甜酥性面团温度 19-25℃为宜。

### 3. 影响面团发酵的因素有哪些？

影响面团发酵的因素有：(1) 糖（碳水化合物）；(2) 温度；(3) 酵母；(4) 酸度；(5) 水分；(6) 面粉；(7) 其他，如油、糖、盐等辅料。

### 4. 方便面生产时，为什么要添加适量的食盐？

食盐的作用：



(1)有收敛面筋组织的作用，能够增强湿面筋的弹性和延伸性，改善面团的工艺性能，可以减少面条的湿断条，提高正品率。

(2)由于盐水有较强的渗透作用，因而在和面时可使小麦粉吸水快而均匀，容易使面团成熟。

(3)脱水干燥时，不致过快，容易控制，具有保湿作用。

(4)有一定的抑制杂菌生长和抑制酶活性的作用，能防止面团在热天很快酸败。

(5)有一定的调味作用。



# 《食品微生物学》课后习题及答案

## 第1章 绪论

### 课后习题：

#### 1.什么是微生物？什么是微生物学？

答：（1）微生物的概念：微生物是大量的、极其多样的、不借助显微镜看不见的微小生物类群的总称。微生物通常包括病毒、细菌、真菌、原生动物和某些藻类，具有代谢活力强、繁殖速度快、种类多、分布广、适应性强和容易产生变异的特点。

（2）微生物学的概念：微生物学是指研究微生物在一定条件下的形态结构、生理生化、遗传变异以及微生物的进化、分类、生态等生命活动规律及其应用的一门学科。在不断地发展中微生物学已经形成了基础微生物学和应用微生物学及其分支学科，各学科间相互配合、相互促进，其根本任务是利用和改善有益微生物，控制、消灭和改造有害微生物

#### 2.简述生物界的六界分类系统。

答：微生物的生物学特征及举例如下：

##### （1）代谢活力强

微生物体积小，有极大的表面积 / 体积比值，因而微生物能与环境之间迅速进行物质交换，吸收营养和排泄废物，而且有最大的代谢速率。如发酵乳糖的细菌在 1h 内可分解其自重 1000~10000 倍的乳糖。

##### （2）繁殖快

微生物繁殖速度快，易培养，但实际细菌的指数分裂速度只能维持数



小时，因而在液体培养中，细菌的浓度一般仅能达到每毫升  $10^8 \sim 10^{10}$  个。如生产用做发面鲜酵母的酿酒酵母，其繁殖速度不算太高，约 2h 分裂 1 次，但在单罐发酵时，几乎每 12h 可收获一次，每年可收获数百次。

### (3) 种类多、分布广

- ①多种生活方式和营养类型，如以有机物为营养物质的类型和寄生类型。
- ②多种生理代谢类型，如微生物可分解天然气、石油、纤维素、木质素。
- ③多种产能方式，如细菌光合作用、嗜盐菌紫膜的光合作用等。
- ④多种抵抗力，如抵抗热、冷、酸、碱高渗、高压、高辐射剂量等。
- ⑤多种繁殖方式，如病毒的复制增殖。
- ⑥不同微生物可以有不同的代谢产物，如抗生素、酶类、氨基酸及有机酸等。

### (4) 适应性强、易变异

- ①微生物体积小和面积大，即比表面积大，在其长期的进化过程中产生了许多灵活的代谢调控机制，并有种类很多的诱导酶。
- ②微生物通常都是单倍体，加之它们具有繁殖快、数量多和与外界直接接触等原因，即使其变异频率十分低，也可以在短时间内产生大量变异后代。

**3. 简述微生物学的形成和发展，及各个发展时期的代表人物和其科学贡献。**





答：微生物学作为一门学科，是从有显微镜开始的，其发展经历了如下 3 个时期：

### （1）形态学时期

微生物的形态观察是从**安东·列文虎克**发明的显微镜开始的，他是真正看见并描述微生物的第一人。

### （2）生理学时期

①**巴斯德**：巴斯德的贡献主要表现在：曲颈瓶试验彻底否定了“自生说”，并从此建立了病原学说，推动了微生物学的发展；首次制成狂犬疫苗，证实其免疫学说证实发酵是由微生物引起的；其他贡献如巴斯德消毒法。

②**柯赫**：柯赫在病原菌方面的伟大成就表现为：具体证实了炭疽病菌是炭疽病的病原菌；发现了肺结核病的病原菌；提出了证明某种微生物是否为某种疾病病原体的基本原则柯赫原则。他在微生物基本操作技术方面的贡献主要有用固体培养基分离纯化微生物的技术和配制培养基。

### （3）现代微生物学的发展

青霉素的发现和瓦克斯曼对土壤中放线菌的研究成果导致了抗生素科学的出现。对细胞化学结构和酶及其功能的研究发展了微生物生理学和生物化学，微生物遗传和变异的研究导致了微生物遗传学的诞生。分子微生物学领域发展迅速，如生物多样性、进化、三原界学说、基因工程等。



## 第 2 章 微生物的形态与结构

课后习题：

### 1. 比较原核微生物和真核微生物的异同点。

答：

表 2-2-1 原核微生物与真核微生物的异同点

细胞结构	原核微生物	真核微生物
细胞壁	由肽聚糖、其他多糖、蛋白质和糖蛋白组成	通常由多糖组成, 包括纤维素
质膜	不含固醇	含固醇
内膜	简单, 仅存在于某些细菌中	复杂, 内质网、高尔基体
核糖体	70S*	80S (线粒体和叶绿体中的核糖体为 70S)
具单位膜的细胞器	无	有几种细胞器
呼吸系统	在部分质膜和内膜中	在线粒体中
光合色素	在内膜或绿色体中, 无叶绿体	在叶绿体中
细胞核	拟核	完整的核
核仁	无	有
DNA	通常为一个环状大分子, 也存在于质粒中	同组蛋白结合, 存在于染色体中
细胞分裂	缺有丝分裂	进行有丝分裂
有性生殖	不具备	具备, 进行减数分裂
鞭毛结构	鞭毛较细 (中空管状结构)	鞭毛较粗 (“9+2” 结构)
细胞大小	1~10 μm	10~100 μm

注：\*S 是沉降系数，用来测定颗粒大小。

### 2. 细菌有哪几种形态？

#### (1) 细菌的形态

##### ① 球菌

- a. 单球菌，分裂后的细胞分散而单独存在，如尿素微球菌
- b. 双球菌，分裂后两个球菌成对排列，如肺炎双球菌。
- c. 链球菌，沿一个平面进行分裂，分裂后细胞排列成链状，如乳链球菌。
- d. 四联球菌，沿两个相垂直的平面分裂，分裂后每 4 个细胞在一起呈



“田”字形，如四联微球菌。e.八叠球菌，按3个互相垂直的平面进行分裂后，每8个球菌在一起成立方形，如尿素八叠球菌。f.葡萄球菌，分裂面不规则，多个球菌聚在一起，像一串串葡萄，如金黄色葡萄球菌。

## ②杆菌

杆菌是细菌中种类最多的类型，其形态依种的不同而有所差异，有的菌体呈纺锤状，有的菌体有明显分枝，杆菌两端的不同形状，常作为鉴别菌种的依据。

## ③螺旋菌

a.弧菌，菌体弯曲呈弧形或逗号形，如逗号弧菌。

b.螺旋菌，菌体回转如螺旋，螺旋数目的多少及螺距大小随菌种不同而异，如减少螺菌。

## 3.什么是革兰氏染色？其原理和关键是什么？它有何意义？

答：（1）革兰氏染色的概念

革兰氏染色是指经染色后的细菌其折光率可与周围环境形成鲜明的对比，置于显微镜下可清楚地观察到细菌的形态、排列及某些结构特征从而用以分类鉴定的染色方法。当采用革兰氏染色法时，革兰氏阳性菌为紫色，革兰氏阴性菌为红色。

### （2）革兰氏染色的原理

细菌的不同显色反应是由于细胞壁对乙醇的通透性和抗脱色能力的差异，主要是由肽聚糖层厚度和结构决定的。经结晶紫染色的细胞用碘液处理后形成不溶性复合物，乙醇能使它溶解，所以染色的前两步



结果是一样的，但在 G 细胞中，乙醇还能使厚的肽聚糖层脱水，导致孔隙变小，由于结晶紫和碘的复合物分子太大，不能通过细胞壁，保持着紫色。在 G 细胞中，乙醇处理不但破坏了胞壁外膜，还可能损伤肽聚糖层和细胞质膜，于是被乙醇溶解的结晶紫和碘的复合物从细胞中渗漏出来，当再用衬托的染色液复染时，显现红色。红色染料虽然也能进入已染成紫色的 G 细胞，但被紫色盖没，红色显示不出来。

### (3) 革兰氏染色的关键

- ① 细胞固定过度造成细胞壁通透性的改变，可能出现假阴性。
- ② 脱色不完全可能会出现假阳性，使得结果不准确。

### (4) 革兰氏染色的意义

革兰氏染色可鉴别细菌、选择药物，其也与致病性有关。革兰氏阳性菌能产生外毒素，革兰氏阴性菌能产生内毒素，而内毒素主要是指革兰氏阴性菌胞壁成分中的脂多糖，两者的致病作用不同。

## 4. 比较革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌细胞壁的成分和构造。

表 2-2-2 革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌细胞壁的成分和构造

成分和构造	革兰氏阳性菌	革兰氏阴性菌
细胞壁厚度	厚	薄
细胞壁成分	肽聚糖，磷壁酸，极少蛋白质	肽聚糖，脂多糖
结构	较厚的肽聚糖层	肽聚糖层薄，有壁膜间隙

## 5. 细菌的细胞结构包括基本结构和特殊结构，试说明这些结构及其生理功能。

答：(1) 细菌细胞的基本结构及其生理功能

### ① 细胞壁

a. 细胞壁具有保护细胞及维持细胞外形的功能。



b.细菌细胞壁的化学组成与细菌的抗原性、致病性以及对抗菌体的敏感性有关。

c.为鞭毛运动提供可靠的支点。

d.细胞壁具有多孔性，可允许水及一些化学物质通过，并对大分子物质有阻拦作用。

### ②质膜

a.调控物质的流入与排出，包括扩散和主动运输等方式。

b.质膜与呼吸作用和磷酸化作用的细胞能量平衡有关。

### ③中体或中间体

a.中间体酶系发达，是能量代谢的场所。

b.中间体在细菌细胞分裂时与细胞壁的隔膜的合成以及核的复制有关。

### ④细胞质

细胞质含有丰富的酶系，是营养物质合成、转化、代谢的场所。

### ⑤细胞核

a.拟核在遗传性状的传递中起重要作用。

b.质粒是遗传信息贮存、发出及遗传给后代的物质基础

### ⑥核糖体

核糖体与细胞合成蛋白质密切相关。

### ⑦细菌细胞的内含物

a.气泡吸收空气并以其中氧气组分供代谢需要，并帮助细菌漂浮到盐水上层吸收较多的大气。



b. 异染颗粒可作为磷的补充来源；聚 $\beta$ 羟基丁酸是碳源与能源性贮藏的物质；肝糖粒与淀粉粒是细胞内的储备能源；脂肪粒可用苏丹III染成红色；硫滴为硫素贮藏物质；液泡主要成分是水 and 可溶性盐类。

## (2) 细菌细胞的特殊结构及其生理功能

### ① 鞭毛

鞭毛是细菌的“运动器官”，用于细菌分类鉴别。

### ② 荚膜

荚膜使细菌具有比较强的抗干燥作用，当营养物缺乏时可作为碳源及能源而被利用，某些细菌由于荚膜的存在而具有毒力，当失去荚膜时，则失去毒性。

### ③ 芽孢

各种细菌芽孢形成的位置、形状与大小是一定的，是细菌鉴定的重要依据，并且其有助于细菌在不利条件下存活。

## 6. 芽孢有何特殊生理功能？其抗性机理是什么？

答：(1) 芽孢的特殊生理功能

各种细菌芽孢形成的位置、形状与大小是一定的，是细菌鉴定的重要依据，并且其有助于细菌在不利条件下存活。

### (2) 芽孢的抗性机理

芽孢对不良的环境都有很强的抵抗能力，芽孢尤其耐高温，原因是由于芽孢形成时可同时形成 2,6-吡啶二羧酸 (DPA)，DPA 在芽孢中以钙盐的形式存在，芽孢形成时 DPA 很快形成，DPA 形成后芽孢就具有耐热性，当芽孢萌发时 DPA 就被释放出来，同时芽孢也就丧失耐热能力，



因此芽孢的高度耐热性主要与它的含水量低,含有 DPA 以及致密的芽孢壁有关,在细菌的营养细胞和其他生物的细胞中均未发现有 DPA 存在。

### 7.什么叫菌落?怎样识别细菌和放线菌的菌落?

答:菌落的概念

菌落是指把单个微生物细胞接种到适合的固体培养基上后,在适合的环境条件下细胞迅速生长繁殖,形成的肉眼可见的细胞群体。不同菌种其菌落特征不同,同一菌种因不同生活条件其菌落形态也不尽相同,所以菌落形态特征对菌种的鉴定有一定的意义。

### 8.举例说明几种细菌在食品加工工业中应用的概况。

答:在食品加工工业中应用的细菌举例如下:

#### (1) 乳酸菌

乳酸菌是指能够利用发酵性糖类产生大量乳酸的一类微生物的统称,其中的保加利亚乳杆菌常作为发酵酸奶的生产菌;嗜酸乳杆菌可抑制病原菌和腐败菌的生长,具有改善乳糖不耐症、治疗便秘和降低胆固醇等的作用

#### (2) 明串珠均属

明串珠均属的细菌通常不酸化和凝固牛乳,其中的肠膜状明串珠菌不仅是酸泡菜发酵的乳酸菌,其已被用于生产右旋糖苷的发酵菌株,右旋糖苷是代血浆的主要成分。

#### (3) 双歧杆菌属

双歧杆菌属的细菌能利用葡萄糖、果糖、乳糖和半乳糖,蛋白质分解能力微弱,专性厌氧,市场上一些发酵乳制品及保健饮料中常加入双



歧杆菌，以提高产品保健效果。

## 9. 什么是真菌、霉菌和酵母菌？

答：（1）真菌的概念

真菌是指生物界中很大的一种真核生物，其包括单细胞的酵母菌、单细胞或多细胞的丝状霉菌以致产生子实体的蕈菇。真菌细胞没有光合色素，不能进行光合作用，但其属于真核生物，细胞中具有完整的典型的细胞核，与高等生物一样，能进行有丝分裂，其繁殖方式主要靠无性孢子或有性孢子。

（2）霉菌的概念

霉菌是指可进行无性繁殖和有性繁殖的“丝状真菌”的统称。霉菌的菌落由分枝状菌丝体组成，常呈现绒毛状、棉花样絮状或蜘蛛网状，由于其形成的孢子有不同的形状、构造和颜色，因此菌落常呈现肉眼可见的不同结构和色泽特征。霉菌的繁殖方式有无性繁殖和有性繁殖，无性孢子是霉菌进行无性繁殖的主要方式，主要有节孢子、游动孢子、厚垣孢子、孢壁孢子和分生孢子；有性繁殖的有性孢子有卵孢子、接合孢子、子囊孢子和担孢子。

（3）酵母菌的概念

酵母菌是指主要以芽殖或裂殖来进行无性繁殖的单细胞真菌，其极少数种可产生子囊孢子进行有性繁殖。酵母菌主要分布在含糖质较高的偏酸性环境，如果品、蔬菜、花蜜和植物叶子上，尤其是葡萄园和果园的土壤中，多为腐生菌，少数为寄生菌。它以发酵果汁、面包、馒头和制造某些美味、营养的食品服务于人类，但腐生型酵母菌能使食





物、纺织品和其它原料腐败变质。

### 10.比较细菌、放线菌、霉菌和酵母菌菌落的特征。

答：（1）细菌菌落特征

- ①菌落的大小、形态：如圆形、丝状、不规则状、假根状等。
- ②侧面观察菌落隆起程度：如扩展、台状、低凸状、乳头状等。
- ③菌落表面状态：如光滑、皱褶、颗粒状龟裂、同心圆状等。
- ④表面光泽：如闪光、不闪光、金属光泽等。
- ⑤质地：如油脂状、膜状、黏、脆等。
- ⑥颜色和透明度：如透明、半透明、不透明等。

（2）放线菌菌落特征

- ①放线菌有基质菌丝、气生菌丝、孢子丝。
- ②以链霉菌为代表，早期菌落类似细菌，后期由于气生菌丝和分生孢子的形成而变成表面干燥、粉粒状并常有辐射皱折。菌落一般较小，质地较密不易挑起并常有各种不同的颜色。
- ③以诺卡氏菌为代表，菌落一般只有基质菌丝，结构松散，黏着力差，易于挑起，也有特征性的颜色。

（3）霉菌菌落特征

- ①霉菌菌落由分枝状菌丝体组成，由于菌丝较粗而长，形成的菌落比较疏松，常呈现绒毛状、棉花样絮状或蜘蛛网状。
- ②根霉、毛霉和链孢霉的菌丝生长很快，在固体培养基表面蔓延，以致菌落没有固定大小。
- ③霉菌菌落表面呈肉眼可见的不同结构和色泽特征，有的产生水溶性色素可分泌到培养基中，使菌落背面出现不同颜色。



④一些生长较快的霉菌菌落，其菌丝生长向外扩展，所以菌落中部的菌丝菌龄较大，而菌落边缘的菌丝是最幼嫩的。

⑤同一种霉菌，在不同成分的培养基形成的菌落特征可能有变化，但各种霉菌在一定的培养基上形成的菌落大小、形状、颜色等相对是比较一致的。

#### (4) 酵母菌菌落特征

①酵母菌菌落较大、较厚、外观较稠，湿润、较光滑、较不透明、容易挑起、质地均匀以及正反面和边缘、中央部位的颜色都很均一。

②酵母菌菌落的颜色比较单调，多数都呈乳白色，少数为红色，个别为黑色。

③不产生假菌丝的酵母菌，其菌落更为隆起，边缘圆整，而会产生假菌丝的酵母，则菌落较平坦，表面和边缘较粗糙。

④酵母菌的菌落一般还会散发出一股悦人的酒香味。

#### 11.以啤酒酵母为例，说明酵母菌的形态和繁殖方式。

答：(1) 啤酒酵母的形态

啤酒酵母是酵母菌中的典型菌种，根据细胞长与宽的比例可分为三组，第一组的细胞多为圆形、短卵形或卵形，细胞长与宽之比为 1~2；第二组的细胞为卵形或长卵形，长与宽之比通常为 2；第三组的细胞为长圆形，长与宽之比大于 2。啤酒酵母在麦芽琼脂上的菌落为乳白色，有光泽、平坦、边缘整齐。

#### (2) 啤酒酵母的繁殖方式

①啤酒酵母主要以芽殖进行无性繁殖，芽殖也是酵母菌最常见的繁



殖方式。在良好的营养和生长条件下，酵母生长迅速，所有细胞上都长有芽体，在芽体上还可形成新的芽体，所以经常可以见到呈簇状的细胞团。②啤酒酵母主要以形成子囊孢子进行有性繁殖，囊孢子形成于子囊中，子囊孢子成熟后即被释放出来，其形状、大小、颜色、纹饰等差别很大，多用来作为子囊菌的分类依据。

## 12. 什么叫病毒、类病毒、噬菌体？

答：（1）病毒的概念

病毒是指一类比细菌更微小，能通过细菌滤器，只含一种类型的核酸（DNA 或 RNA），仅能在活细胞内生长繁殖的非细胞形态的微生物。病毒主要有壳体和核酸两部分构成，由于壳粒在壳体上的不同排列，病毒具有三种形态结构，即螺旋对称、二十面体对称和复合对称。在活细胞内生活的病毒，对于能干扰细胞代谢的各种因素具有明显的抵抗力。

（2）类病毒的概念

类病毒是指能感染寄主细胞并在其中进行自我复制使寄主产生病症的裸露的闭合环状 RNA 分子。类病毒的分子质量小，仅为最小 RNA 病毒的十分之一，其对热和脂溶性有抗性，除了通过汁液摩擦传染外，有些类病毒还可通过种子传染或无性繁殖材料传染，但没有找到昆虫和螨类媒体。

（3）噬菌体的概念

噬菌体是指由蛋白质和核酸组成的侵染细菌的微生物病毒。噬菌体的核酸以单链或双链分子组成环状或线状，病毒粒子外壳有不同的形状



和大小，基本形态为蝌蚪形、微球形和线状。噬菌体可用于细菌鉴定和分型，用于诊断和治疗疾病，用作分子生物学研究的实验工具，但其在发酵工业和食品工业上，造成严重损失，如污染菌种，造成菌体破裂，无法累积发酵产物，发生倒罐事件。

20. 什么叫毒性噬菌体？简述其增殖裂解细胞的过程。

答：（1）毒性噬菌体的概念

毒性噬菌体是指由二十面体的头部和一个可收缩的尾部组成的双链DNA病毒，其是噬菌体的正常表现形式，可在宿主菌体内复制增殖，产生许多子代噬菌体，并最终裂解细菌。毒性噬菌体的入侵增殖一般包括吸附、侵入、复制、装配、释放等5个阶段。

（2）毒性噬菌体裂解细胞的过程

① 吸附

噬菌体与敏感的寄主细胞接触，在寄主细胞的特异性受点上结合。一种细菌可被多种噬菌体感染，不同的感染噬菌体在同一寄主细菌的不同受点上吸附。

② 侵入

噬菌体吸附在细菌细胞壁的受点上以后，核酸注入细菌细胞中，蛋白质壳体留在外面，从吸附到侵入的时间间隔很短，只有几秒到几分钟。

③ 复制

噬菌体核酸进入寄主细胞后，操纵寄主细胞的代谢机能，大量复制噬菌体核酸，并合成病毒所需要的蛋白质，但不形成带壳体的粒子。

④ 粒子成熟（组装）



寄主细胞合成噬菌体壳体（T4 噬菌体包括头部、尾部），并组装成完整的噬菌体粒子。

⑤ 寄主细胞的裂解（释放）

噬菌体粒子成熟，引起寄主细胞的裂解，释放出病毒粒子。



### 第3章 微生物的营养与代谢

课后习题：

#### 1.比较微生物对营养物质吸收 4 种方式的异同。

表 3-2-1 单纯扩散、促进扩散、主动运输、基团转位异同点

运输方式	浓度梯度	是否耗能	是否需要载体蛋白	扩散物质是否发生改变	扩散物质
简单扩散	物质由高浓度区向低浓度区扩散	否	否	否	一些气体、水、某些无机离子及一些水溶性小分子
促进扩散	由高浓度区向低浓度区扩散	否	是	否	葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、亮氨酸等
主动运输	由低浓度向高浓度逆浓度梯度进行	是	是	否	Na <sup>+</sup> 、K <sup>+</sup> 和 Ca <sup>2+</sup> 等离子
基团转位	逆浓度梯度进行	是	是	是	糖及糖的衍生物

#### 2.深刻理解划分微生物营养类型的依据是什么。

答：（1）微生物营养类型的划分依据

①根据微生物对碳源的要求是无机碳化合物还是有机碳化合物可将微生物划分为自养型微生物和异养型微生物。

②根据微生物生命活动中能量的来源不同，将微生物分为化能型微生物和光能型微生物。

（2）微生物四大营养类型

①光能自养型微生物

利用光能为能源，以二氧化碳（CO<sub>2</sub>）或可溶性的碳酸盐（CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>）作为唯一的碳源或主要碳源，以无机化合物（水、硫化氢、硫代硫酸钠等）为氢供体，还原 CO<sub>2</sub>，生成有机物质。

②化能自养型微生物

以无机物氧化所产生的化学能为能源，利用这种能量去还原 CO<sub>2</sub> 或者可溶性碳酸盐合成有机物质。



### ③光能异养型微生物

以光能为能源，利用有机物作为供氢体，还原  $\text{CO}_2$ ，合成细胞的有机物质。

### ④化能异养型微生物

能源和碳源都来自于有机物，能源来自有机物的氧化分解，ATP 通过氧化磷酸化产生碳源直接取自于有机碳化合物。

## 3. 配制培养基为什么必须调节 pH？常用来调节 pH 的物质有哪些？

答：（1）配制培养基必须调节 pH 值的原因

①不同微生物的最适生长 pH 值不同，因此在配制培养基时必须调节 pH 值。

②由于微生物培养过程中常引起 pH 值下降影响微生物的生长繁殖速度。为了尽可能地减缓在培养过程中 pH 值变化，在配制培养基时，要加入一定的缓冲物质，通过培养基中的这些成分发挥调节作用，从而调整 pH 值。

（2）常用来调节 pH 值的物质

#### ①磷酸盐类

以缓冲液的形式发挥作用，通过磷酸盐不同程度的解离，对培养基 pH 值变化起到缓冲作用。

#### ②碳酸钙

以“备用碱”的方式发挥缓冲作用，碳酸钙在中性条件下的溶解度极低，加入到培养基后，几乎不解离，不影响培养基的 pH 值变化，当微生物生长，培养基的 pH 值下降时，碳酸钙就不断地解离，游离出碳酸



根离子，碳酸根离子不稳定，与氢离子形成碳酸，最后释放出二氧化碳，在一定程度上缓解了培养基 pH 值降低。

#### 4.分析微生物进行葡萄糖分解代谢的途径（重点是 EMP 途径和 HMP 途径），每一代谢途径的特点和生理作用如何？

：微生物利用葡萄糖进行分解代谢的途径及其特点和生理作用如下：

##### （1）EMP 途径

###### ①特点

当葡萄糖转化成 1,6-二磷酸果糖后，在果糖二磷酸醛缩酶作用下，裂解为两个 3C 化合物，再由此转化为 2 分子丙酮酸

###### ②生理作用

为微生物代谢提供能量（ATP）、还原剂（NADH）及代谢的中间产物如丙酮酸等。

##### （2）HMP 途径

###### ①特点

当葡萄糖经一次磷酸化脱氢生成 6-磷酸葡萄糖酸后，在 6-磷酸葡萄糖酸脱氢酶作用下，再次脱氢降解为 1 分子 CO<sub>2</sub>，和 1 分子磷酸戊糖。另外该途径只有 NADP 参与反应。

###### ②生理作用

HMP 途径为细胞的生物合成提供供氢体（NADPH<sub>2</sub>）以及为细胞生物合成提供大量的 C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub> 和 C<sub>7</sub> 等前体物质，HMP 途径还与化能自养菌和光合细菌的碳代谢密切相关。

##### （3）ED 途径





### ①特点

2-酮-3-脱氧-6-磷酸葡萄糖酸在 KDPG 醛缩酶的作用下，裂解为丙酮酸和 3-磷酸甘油醛，3-磷酸甘油醛再经 EMP 途径的后半部反应转化为丙酮酸。

### ②生理作用

ED 途径是糖类的一个厌氧降解途径，在革兰氏阴性菌中分布较广。

## (4) PK 途径

### ①特点

PK 途径降解 1 分子葡萄糖只产生 1 分子 ATP，相当于 EMP 途径的一半，但可产生几乎等量的乳酸、乙醇和  $\text{CO}_2$

### ②生理作用

有些异型乳酸发酵的微生物没有转酮-转醛酶系，而具有戊糖磷酸解酮酶，因此不能通过 HMP 途径进行异型乳酸发酵，而是通过戊糖磷酸解酮酶途径进行。

**5.比较分析好氧性醋酸发酵和厌氧性醋酸发酵途径上有何不同？各有哪些具体应用。**

答：（1）好氧性醋酸发酵

### ①发酵原理

好氧性醋酸细菌进行的是好氧性的醋酸发酵，在有氧条件下，能将乙醇直接氧化为醋酸，是醋酸细菌的好氧性呼吸，其氧化过程是一个脱氢加水的过程，脱下的氢最后经呼吸链和氧结合形成水，并放出能量

### ②应用



好氧性的醋酸发酵是制醋工业的基础。制醋原料或乙醇接种醋酸细菌后，即可发酵生成醋酸发酵液供食用，醋酸发酵液还可以经提纯制成一种重要的化工原料冰醋酸。

## (2) 厌氧性醋酸发酵

### ① 发酵原理

厌氧性醋酸细菌进行的是厌氧性的醋酸发酵，其中热醋酸细菌能通过 EMP 途径发酵葡萄糖，产生 3 分子醋酸。

### ② 应用

厌氧性的醋酸发酵是我国用于酿造糖醋的主要途径。

## 6. 根据柠檬酸发酵代谢途径，分析提高柠檬酸发酵产物的调控措施。

答：(1) 能够累积柠檬酸的微生物

能够累积柠檬酸的微生物多数为霉菌，以曲霉属、青霉属和橘霉属为主。其中以黑曲霉、米曲霉、灰绿青霉、淡黄青霉、光橘霉等产酸量最高。

### (2) 柠檬酸发酵途径

柠檬酸是由葡萄糖经 EMP 途径形成丙酮酸，再由两分子丙酮酸之间发生羧基转移，形成草酰乙酸和乙酰 CoA，然后再缩合成柠檬酸。

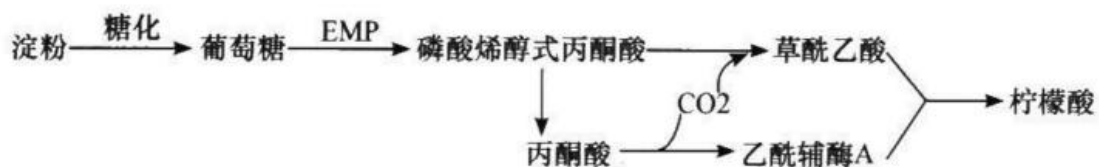


图 3-2-2 柠檬酸发酵途径

## 7. 根据啤酒酵母进行酒精发酵的 3 种代谢途径，分析发酵生产酒精和甘油的工艺调控措施。



表 3-2-4 酵母菌进行乙醇发酵各类型比较

乙醇发酵类型	发酵条件	发酵途径	最终产物
酵母第一型发酵	无氧条件	EMP 途径 乙醛作为受氢体	乙醇、CO <sub>2</sub> 、ATP
酵母第二型发酵	亚硫酸氢钠存在	磷酸二羟丙酮作为受氢体	甘油
酵母第三型发酵	碱性条件	乙醛不能作为正常的受氢体，而是两分子乙醛之间发生歧化反应，即相互进行氧化还原反应	乙酸，乙醇

## 8.列表比较同型乳酸发酵和异型乳酸发酵的异同。

表 3-2-6 同型乳酸发酵和异型乳酸发酵的异同点

	同型乳酸发酵	异型乳酸发酵
发酵产物	只有乳酸	乳酸，乙醇，乙酸及 CO <sub>2</sub> 等
发酵途径	EMP 途径	PK 途径
产能	2ATP	1ATP/2ATP
发酵菌种	双球菌属、链球菌属及乳酸杆菌属等	肠膜明串球菌、葡萄糖明串球菌、短乳杆菌、番茄乳酸杆菌等/双叉乳酸杆菌、两歧双歧乳酸菌等

## 9.什么叫发酵、有氧呼吸和无氧呼吸？试比较三者的异同。

答：（1）发酵、有氧呼吸和无氧呼吸的概念

### ①发酵

发酵是指如果电子供体是有机化合物，而最终电子受体也是有机化合物的生物氧化过程。在发酵过程中，有机物既是被氧化的基质，又是最终的电子受体，但是由于氧化不彻底，所以产能比较少。

### ②有氧呼吸

有氧呼吸又称好氧呼吸，是指以分子氧作为最终电子受体的生物氧化过程。许多异养微生物在有氧条件下，以有机物作为呼吸底物，通过呼吸而获得大量能量。

### ③无氧呼吸

无氧呼吸又称厌氧呼吸，是指以无机氧化物作为最终电子受体的生物氧化过程。这是少数微生物的呼吸过程，能起这种作用的化合物有硫酸盐、硝酸盐和碳酸盐。



## (2) 发酵、有氧呼吸和无氧呼吸的异同点

### ①相同点

发酵、有氧呼吸和无氧呼吸均是微生物在生命活动中为获得能量而进行的生物氧化类型。

### ②不同点

发酵的电子受体是有机化合物，产能较少；有氧呼吸的电子受体是分子氧，产能多；无氧呼吸的电子受体是无氧化合物，产能较少。



## 第4章 微生物的生长

### 课后习题：

#### 1.简述生长和繁殖的概念及二者的关系。

答：（1）生长的概念

微生物的生长现象是指微生物在适宜的外界环境条件下，不断地吸收营养物质，并按自身的代谢方式进行新陈代谢，同化作用大于异化作用，出现原生质的总量（包括重量、体积、大小）不断地增加的现象。

（2）繁殖的概念

##### ①单细胞微生物的繁殖

单细胞微生物的繁殖是指单细胞微生物的细胞增长到一定程度时，以二分裂方式形成两个相似的子细胞，子细胞又重复上述过程而使细胞数目不断增加的现象。

##### ②多细胞微生物的繁殖

多细胞微生物的繁殖是指多细胞微生物细胞数目增加伴随着个体数目增加的现象。如菌丝细胞的不断延长或分裂产生同类细胞均属生长，只有通过形成无性孢子或有性孢子使得个体数目增加的过程才称为繁殖。

（3）生长和繁殖的关系

当环境条件适合时，微生物生长与繁殖始终是交替进行的，从生长到繁殖是一个由量变到质变的过程，即发育。生长和繁殖的关系如下所示：

个体生长→个体繁殖→群体生长



群体生长=个体生长+个体繁殖

## 2.常用测定微生物生长量的方法有几种？试比较其优缺点。

答：常用测定微生物生长量的方法及优缺点如下：

### (1) 直接法

#### ①测体积

将待测微生物培养液放在刻度离心管中进行一定时间的离心或自然沉降，然后观察微生物细胞沉降物的体积。此法优点是简单适用，结果观察直观；缺点是方法比较粗糙，只能用于简单比较。

#### ②称干重

采用离心法或过滤法测定，一般微生物细胞的干重为湿重的 10%~20%。此法优点是操作简单；缺点是只适用于简单比较，无法精确定量。

### (2) 间接法

#### ①生理指标法

##### a.细胞总含氮量的测定

测定细胞总含氮量可确定细菌浓度，将微生物含氮量乘 6.25 即为粗蛋白的总含量，常用凯氏定氮法测定氮含量。此法优点为适用于细胞浓度较高的样品；缺点是操作过程复杂。

##### b.含碳量的测定

微生物新陈代谢必然要消耗或产生一定量的物质，可以表示微生物的生长量。此法优点是测量结果精确，适用于科学研究；缺点是操作复杂。



## ②比浊法

采用 McFarland 比浊管,可目测出菌液的大致浓度,但此法不够精确。分光光度计可进行微生物培养液浊度变化的精确测定。

### 3.单细胞微生物的典型生长曲线可分几期?其划分的依据是什么?

答:根据微生物的生长速率常数,即每小时的分裂代数的不同,单细胞微生物的典型生长曲线可分为延滞期、对数期、稳定期和衰亡期 4 个时期,具体如下:

#### (1) 延滞期

延滞期又称适应期、缓慢期或调整期,是指把少量微生物接种到新鲜培养基后,微生物不表现为立即生长,而是一段时期后才生长的时期。延滞期出现的原因可能是重新调整代谢,以适应新的环境。缩短延滞期的方法主要有以对数期的菌体作种子菌、适当增大接种量和增加培养基营养成分

#### (2) 对数期

对数期又称指数期,是指在生长曲线中,菌体数目以几何级数增加的一段时期。该期生长速率常数最大,增代时间最短。影响增代时间长短的因素主要有菌种、营养成分和培养温度。

#### (3) 稳定期

稳定期又称最高生长期或恒定期,是指微生物正生长与负生长达动态平衡,生长速度逐渐趋向于零的时期。出现稳定期的原因主要是生长限制因子耗尽营养物质比例失调酸、醇、毒素或过氧化氢等有害代谢产物累积 pH 值、氧化还原势等环境条件越来越不适宜。



#### (4) 衰亡期

衰亡期是指稳定期后，微生物死亡率逐渐增加，以致死亡数大大超过新生数，群体中活菌数目急剧下降，出现“负生长”（ $R$  为负值）的时期。出现衰亡期的原因主要是外界环境恶劣，微生物细胞内的分解代谢大大超过合成代谢，导致菌体死亡。

#### 4.延滞期的特点是什么？如何缩短延滞期？

答：（1）延滞期的特点

- ①生长的速率常数为零。
- ②细胞的体积增大，DNA 含量增多，为分裂做准备。
- ③细胞内的 RNA 含量增加，特别是 rRNA 含量高合成代谢旺盛，核糖体、酶类的合成加快，易产生诱导酶。
- ④对不良环境（如 pH 值、NaCl 溶液浓度、温度和抗生素等化学物质）敏感。

#### （2）缩短延滞期的方法

- ①因对数期的菌体生长代谢旺盛，繁殖力强，抗不良环境和噬菌体的能力强，采用对数期的菌体作种子，延滞期可缩短。
- ②生产上接种量的多少是影响延滞期的一个重要因素，接种量大，延滞期短，接种量小，则延滞期长。
- ③常在种子培养基中加入生产培养基的某些营养成分，即使种子培养基尽量接近发酵培养基，以此来缩短延滞期。

#### 5.对数生长期的特点有哪些？处于此期的微生物有何实际应用？

答：（1）对数生长期的特点





① 生长速率常数  $R$  最大, 因此细胞每分裂一次所需的时间——代时  $G$  (又称增代时间) 最短。

② 细胞进行平衡生长, 所以菌体各部分的成分均匀。

③ 酶系活跃, 代谢旺盛。

④ 细胞群体的形态与生理特征最一致。

⑤ 微生物细胞抗不良环境的能力最强。

(2) 对数生长期微生物的实际应用

① 对数期的微生物是用作代谢、生理研究的良好材料。

② 对数期的微生物是作为菌种的最佳材料, 可缩短延滞期。

## 6. 稳定期有何特点? 为什么细胞会进入稳定期?

答: (1) 稳定期的特点

① 进入稳定期, 细胞内开始积累糖原、异染颗粒和脂肪等内含物。

② 芽孢杆菌一般在稳定期开始形成芽孢。

③ 某些微生物开始以初级代谢产物作前体, 通过复杂的次生代谢途径合成抗生素等对人类有用的各种次生代谢产物, 是一些发酵生产的最佳收获期, 也是对某些生长因子 (如维生素和氨基酸等) 进行生物测定的必要前提。

(2) 出现稳定期的原因

① 生长限制因子耗尽, 营养物质的比例失调, 如  $C/N$  比值不合适等。

② 酸、醇、毒素或过氧化氢等有害代谢产物的累积。

③  $pH$  值、氧化还原势等环境条件越来越不适宜等。

## 7. 什么叫同步生长? 如何使微生物达到同步生长?

答: (1) 同步生长的概念



同步生长是指设法使微生物群体处于同一发育阶段，使群体和个体行为变得一致，所有的细胞都能同时分裂的现象。但是同步生长的细菌，在培养的过程中会很快丧失其同步性，原因是不同个体间，细胞分裂周期有较大的区别。

## （2）使微生物同步生长的方法

①调整生理条件诱导同步性，主要是通过控制环境条件如温度、光线和处于稳定期的培养物添加新鲜培养基等来诱导同步。

②机械法（又称选择法），是指利用物理方法从不同步的细菌群体中选择出同步的群体，一般可用过滤分离法或梯度离心法，如硝酸纤维素薄膜法。

## 8.什么叫连续培养？什么叫连续发酵？

答：（1）连续培养的概念

连续培养是指当微生物以单批培养的方式培养到指数期的后期时，一方面以一定速度连续流入新鲜培养基和通入无菌空气，并立即搅拌均匀；另一方面，及时不断地以同样速度排出培养物（包括菌体和代谢产物），从而使其中的微生物可长期在指数期的平衡生长状态和稳定的生长速率上形成连续生长的培养方法。

## （2）连续发酵的概念

连续发酵是指连续培养应用于发酵工业中的技术，该技术已广泛应用于酵母单细胞蛋白的生产，乙醇、乳酸、丙酮和丁醇等发酵。相对于分批发酵而言，连续发酵具有自控性、高效、产品质量稳定以及节约大量资源的优点，但其不足之处主要是种子易于退化、容易受到污染



以及营养物的利用率较低。

## 9.比较恒浊器和恒化器的特点。

答：（1）恒浊器的特点

①用光电控制系统来检测培养液的浊度（即菌液浓度），并控制培养液的流速，从而获得菌体密度高、生长速度恒定的微生物细胞的连续培养液。

②在恒浊器中的微生物，始终能以最高生长速率进行生长，并可在允许范围内控制不同的菌体密度。③在生产实践上，为了获得大量菌体或与菌体生长相平行的某些代谢产物如乳酸、乙醇时，可以采用恒浊器。

（2）恒化器的特点

①恒化器是使培养液流速保持不变，即控制恒定的流速，使微生物始终在低于最高生长速率条件下进行生长繁殖。

②在恒化器中的微生物，既可获得一定生长速率的均一菌体，又可获得虽低于最高菌体产量，但能保持稳定菌体密度的菌体。

③恒化器连续培养主要用于实验室的科学研究中特别是用于与生长速率相关的各种理论研究中。11.什么是微生物的最适生长温度？温度对同一微生物的生长速度、生长量、代谢速度、代谢产物累积量的影响是否相同？研究它有何实践意义？

答：（1）最适生长温度的概念

最适生长温度是指某菌分裂代时最短或生长速率最高时的培养温度。

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积累代谢产物量最高时的培养温度，更不等于累积某一代谢产物量最高时的培养温度。

### (2) 温度对同一微生物的影响

温度对同一微生物的生长速度、生长量、代谢速度及代谢产物积累量的影响各不相同。如嗜热链球菌的最适生长温度为 37℃，最适发酵温度为 47℃，累积产物的最适温度为 37℃

### (3) 温度对微生物的意义

同一微生物，不同的生理生化过程有着不同的最适温度，因此生产上要根据微生物不同生理代谢过程温度的特点，采用分段式变温培养或发酵，可最大程度的获得目的产物。

## 10. 从对分子氧的要求来分，微生物可分为哪几种类型？它们各有何特点？

答：根据对分子氧的要求微生物可进行的分类及各自特点如下：

### (1) 专性好氧菌

专性好氧菌要求必须在有分子氧的条件下才能生长，有完整的呼吸链，以分子氧作为最终氢受体。其细胞内有超氧化物歧化酶（SOD）和过氧化氢酶。

### (2) 兼性厌氧菌

兼性厌氧菌在有氧或无氧条件下都能生长，但有氧的情况下生长得更好，有氧时进行呼吸产能，无氧时进行发酵或无氧呼吸产能。细胞含 SOD 和过氧化氢酶。

### (3) 微好氧菌



微好氧菌只能在较低的氧分压（ $1\sim 3\text{ka}$ ，正常大气压为  $20\text{kPa}$ ）下才能正常生长。其通过呼吸链以氧为最终氢受体而产能。

#### （4）耐氧菌

耐氧菌是一类可在分子氧存在时进行厌氧呼吸的厌氧菌，不具有呼吸链，仅依靠专性发酵获得能量细胞内存在 SOD 和过氧化物酶，但没有过氧化氢酶。

#### （5）厌氧菌

厌氧菌在固体或半固体培养基的表面上不能生长，只能在深层无氧或低氧化还原势的环境下才能生长。其生命活动所需能量通过发酵、无氧呼吸、循环光合磷酸化或甲烷发酵等提供。细胞内缺乏 SOD 和细胞色素氧化酶，大多数还缺乏过氧化氢酶。

### 11.微生物在生长的过程中，引起 pH 值改变的原因有哪些？

答：微生物生长过程中 pH 值改变的原因如下：

- ①糖类和脂肪代谢产酸。
- ②蛋白质代谢产碱，以及其他物质代谢产生酸碱。

### 12.试比较杀菌（灭菌）、商业灭菌、消毒、防腐的异同点。

答：（1）杀菌（灭菌）、商业杀菌、消毒及防腐的相同点

杀菌（灭菌）、商业杀菌、消毒及防腐都在某种程度上抑制微生物的生长。

#### （2）杀菌（灭菌）、商业杀菌、消毒及防腐的不同点

##### ①杀菌（灭菌）

杀菌是用物理或化学因子，使存在于物体中所有的微生物永久性地丧



失其生活力，包括耐热的细菌芽孢。②商业杀菌

商业杀菌是按照规定的微生物检验方法，在所检食品中无活的微生物检出，或者仅能检出极少数的非病原微生物，并且它们在食品保藏过程中，不能进行生长繁殖。

### ③消毒

消毒可杀死病原菌的营养体，但芽孢杀不死，可达到防止传染病的目的。

### ④防腐

防腐只能抑菌，即利用防腐剂等使微生物暂时处于不生长繁殖但又未死亡的状态。



## 第5章 微生物的遗传变异与菌种选育

课后习题：

### 1.什么是微生物的遗传和变异？它们的物质基础是什么？

答：（1）微生物的遗传和变异的概念

#### ①微生物的遗传

微生物的遗传是指微生物通过繁殖延续后代，使亲代与子代之间在形态、构造和生态、生理生化特性等方面具有一定相似性的现象。由于遗传的保守性，可保证生物界物种的稳定性，并使生产中选育出来的优良菌种各属性稳定地一代一代地传下去。

#### ②微生物的变异

微生物的变异是指微生物亲代与子代之间以及子代的个体之间存在差异的现象。变异可分为可遗传变异和不可遗传变异，前者是遗传物质改变造成的变异，后者只是环境因素造成的变异，其遗传物质没有发生改变变异不仅可保证子代适应环境的能力，同时也为人类改造微生物提供理论依据，使微生物得到发展。

#### （2）微生物遗传和变异的物质基础

微生物遗传和变异的物质基础是核酸，可通过如下三个实验证明：

#### ①肺炎双球菌的转化实验

#### ②噬菌体的感染实验

#### ③烟草花叶病毒的拆开与重建实验

### 2.微生物有几种 RNA？它们各有什么作用？



答：微生物体内的 RNA 及其各自的作用如下

(1) tRNA

tRNA 又称转移 RNA，其上有和 RNA 互补的反密码子，能识别氨基酸及识别 mr 上的密码子，在 trn 氨基酸合成酶的作用下具有转运氨基酸的作用。

(2) rRNA

rRNA 又称核糖体 RNA，它和蛋白质结合形成的核糖体是合成蛋白质的场所。

(3) mRNA

mRN 又称信使 RNA，其上每 3 个核苷酸组成一个三联子密码，可翻译成蛋白质多肽链上的一个氨基酸。每一种多肽都有一种特定的 mRNA 负责编码，因此细胞内 mRNA 的种类很多，但每一种 RNA 的含量十分低。

(4) 反义 RNA

反义 RNA 是能与 DNA 的碱基互补，并能阻止、干扰复制转录和翻译的短小的 RNA 反义 RNA 起调节作用，决定 mRNA 翻译合成速度。

### 3.微生物变异的实质是什么？微生物基因突变的类型有哪几种？

答：微生物变异的实质是基因突变，微生物基因突变的类型分为如下几种：

(1) 根据突变涉及的范围分类

① 基因突变

基因突变又称点突变，是指发生于一个基因座位内部，通常只涉及一





对碱基或少数几个碱基对的遗传物质结构变异。

## ② 染色体突变

染色体突变是指由 DNA (RNA) 的片段缺失、重复或重排而造成染色体异常的突变。

### (2) 根据突变所带来的表型分类

#### ① 形态突变型

形态突变型是指细胞形态结构发生变化或引起菌落形态改变的突变类型。

#### ② 致死突变型

致死突变型是指由于基因突变而造成个体死亡的突变类型。半致死突变型是指造成个体生活力下降的突变型。

#### ③ 条件致死突变型

条件致死突变型是指在限定条件下表达突变性状或致死效应，而在许可条件下的表型是正常的突变类型。

#### ④ 营养缺陷突变型

营养缺陷突变型是指某种微生物经基因突变而引起微生物代谢过程中某些酶合成能力丧失的突变型，此类突变型最常见。

#### ⑤ 抗性突变型

抗性突变型是指一类能抵抗有害理化因素的突变型。根据其抵抗的对象分抗药性、抗紫外线、抗噬菌体等突变类型。

#### ⑥ 抗原突变型

抗原突变型是指细胞成分特别是细胞表面成分如细胞壁、荚膜、鞭毛的细致变异而引起抗原性变化的突变型。

### (3) 根据突变条件和原因分类



### ① 自发突变

自发突变是指某种微生物在自然条件下，没有人工参与而发生的基因突变。DNA 复制中的碱基错配、跳格，DNA 聚合酶结构变异等均是提高自发突变的原因。

### ② 诱发突变

诱发突变是指利用物理或化学因素处理微生物群体，促使少数个体细胞的 DNA 分子结构发生改变，基因内部碱基配对发生错误，引起微生物的遗传性状发生改变的突变。

## 4. 什么叫杂交、转化和转导？各有什么实践意义？

答：（1）杂交

杂交是指将两个基因型不同的菌株经细胞的互相联结、细胞核融合，随后细胞核进行减数分裂，产生具有各种新性状的重组体的现象。

### （2）转化

转化是指一个种或品系的生物（受体菌）吸收来自另一个种或品系生物（供体菌）的遗传物质（DNA 片段）通过交换组合把它整合到自己的基因组中去从而获得了后者某些遗传性状的现象。

### （3）转导

转导是指以噬菌体为媒介，把一个菌株的遗传物质导入另一个菌株，并使这个菌株获得另一个菌株遗传性状的现象。转导包括普遍性转导和特异性转导。

## 5. 诱变育种的关键步骤有哪些？

答：诱变育种的关键步骤如下：



### (1) 出发菌株的选择

应挑选对诱变剂敏感性大、变异幅度广、产量高的出发菌株，可以同时选取 2~3 株，在处理比较后，将更适合的菌株留着继续诱变。

### (2) 同步培养

在诱变育种中，处理材料一般采用生理状态一致的单倍体、单核细胞，即菌悬液的细胞应尽可能达到同步生长状态，因此细菌一般要求培养至对数生长期，此时群体生长状态比较同步，比较容易变异，重复性较好。

### (3) 单细胞（或单孢子）悬液的制备

菌悬液一般可用生理盐水或缓冲溶液配制，另外应注意其分散度，保持分散度达 90% 以上，这样可以保证菌悬液均匀地接触诱变剂，获得较好诱变效果。

### (4) 诱变处理

首先选择合适的诱变剂，其次确定诱变剂使用剂量，在诱变育种工作中，目前较倾向于采用较低剂量。可采用复合处理方法，包括两种或多种诱变剂先后使用、同一种诱变剂重复使用和两种或多种诱变剂同时使用。

### (5) 中间培养

刚经诱变处理过的菌株有一个表现迟滞的过程，需 3 代以上的繁殖才能将突变性状表现出来因此可让变异处理后细胞在液体培养基中培养几小时，使细胞的遗传物质复制，繁殖几代，以得到纯的变异细胞。

### (6) 分离和筛选

经过中间培养，分离出大量的较纯的单个菌落，接着从几千万个菌落



中筛选出性能良好的正突变菌株。常用的方法有纸片培养显色法、透明圈法、琼脂块培养法等。

## 6.什么是营养缺陷型菌株？它的研究意义是什么？

答：（1）营养缺陷型菌株的概念

营养缺陷型菌株是指通过诱变而产生的缺乏合成某些营养物质（如氨基酸、维生素、嘌呤和嘧啶碱基等）的能力，必须在其基本培养基中加入相应缺陷的营养物质才能正常生长繁殖的变异菌株。营养缺陷型菌株的筛选一般要经过诱变、淘汰野生型菌株、检出缺陷型和确定生长谱 4 个步骤。

（2）营养缺陷型菌株的研究意义

①利用营养缺陷型菌株定量分析各种生长因子的含量，因为在一定浓度范围内，营养缺陷型菌株生长繁殖的数量与其所需维生素和氨基酸等的量成正比。

②利用营养缺陷型菌株作为研究转化、转导、接合等遗传规律的标记菌种和微生物杂交育种的标记，通过测定后代的营养特性，以判断它们杂交的性质。

③利用营养缺陷型菌株测定微生物的代谢途径，并通过有意识地控制代谢途径，获得更多所需要的代谢产物，从而成为发酵生产氨基酸、核苷酸和各种维生素等的生产菌种。

## 7.微生物菌种的保藏方法有哪些？

答：微生物菌种的保藏方法及其举例如下：

（1）蒸馏水悬浮法



只要将菌种悬浮于无菌蒸馏水中，将容器封好口，于 10℃ 保藏即可达到目的，是一种最简单的菌种保藏方法，好气性细菌和酵母等可用此法保存。

### （2）斜面传代保藏

将菌种定期在新鲜琼脂斜面培养基上、液体培养基中或穿刺培养，然后在低温条件下保存。此方法不适宜用作工业生产菌种的长期保藏，如放线菌于 4~6℃ 保存，每三个月移接一次。

### （3）矿物油中浸没保藏

将琼脂斜面或液体培养物浸入矿物油中于室温或冰箱中保藏，此方法简便有效，可用于丝状真菌、酵母、细菌和放线菌的保藏。

### （4）干燥载体保藏

将菌种接种于适当的载体上，如河沙、土壤、硅胶、滤纸及麸皮等，以保藏菌种。此法适用于产孢子或芽孢的微生物的保藏。

### （5）冷冻保藏

将菌种于一 20℃ 以下的温度保藏，冷冻保藏为微生物菌种保藏非常有效的方法。包括普通冷冻保藏技术、超低温冷冻保藏技术和液氮冷冻保藏技术。

### （6）真空冻干保藏

将菌种培养到最大稳定期后，混悬于含有保护剂的溶液中，菌悬液置于安瓿管中冷冻，再于减压条件下使冻结的细胞悬液中的水分升华至 1%~5%，使培养物干燥。最后将管口熔封，保存在常温下或冰箱中。

大部分微生物菌种在冻干状态下可保存 10 年而不失去活力。



(7) 寄主保藏

适用于一些难以用常规方法保藏的动植物病原菌和病毒。

(8) 基因工程菌的保藏

基因工程菌最好应保藏在含低浓度选择剂的培养基中。



## 第6章 微生物的生态

课后习题：

### 1.什么是微生物生态学？

答：微生物生态学的概念

微生物生态学是指研究微生物群体——微生物区系或正常菌群与其周围的生物和非生物环境条件相互作用关系的科学。研究微生物的生态有重要的理论意义和实践价值，如研究微生物的分布规律，有助于开发丰富的菌种资源，防止有害微生物的活动。

### 2.简述不同的自然环境中微生物的分布状况，以及各自的优势代表类群。

答：（1）土壤中的微生物分布状况及代表类群

土壤中的微生物种类和数量最多，不同类型的土壤中微生物含量不同，微生物数量由多到少依次为细菌>放线菌>霉菌>酵母菌>藻类>原生动物，放线菌和霉菌主要指孢子数。

（2）水体中的微生物分布状况及代表类群

①清水型水生微生物：以化能自养微生物和光能自养微生物为主，如硫细菌、铁细菌和衣细菌等，以及含有光合色素的蓝细菌、绿硫细菌和紫细菌等。

②腐败型水生微生物：数量最多的是无芽孢革兰氏阴性细菌，如变形杆菌属、大肠杆菌属、产气肠杆菌和产碱杆菌属等，原生动物有纤毛虫类、鞭毛虫类和根足虫类。



### (3) 空气中的微生物分布状况及代表类群

含尘埃越多以及越接近地面的空气，其中所含的微生物种类和数量也越多，主要有各种球菌、芽孢杆菌、产色素细菌和对干燥和射线有抵抗力的真菌孢子等。

### (4) 食品环境中的微生物分布状况及代表类群

#### ①农产品中的微生物

主要是存在于土壤、空气中，通过各种途径侵染粮食的微生物。代表菌群为霉菌，以曲霉属、青霉属和镰孢霉属为主。

#### ②食品中的微生物

a.酸性食品罐头变质时，从中可分离到嗜热耐酸芽孢杆菌等“平酸菌”和产酸产气菌，如巴氏梭菌、丁酸梭菌、短乳杆菌和明串珠菌等。

b.低酸或中酸食品罐头变质时，可检出嗜热脂肪芽孢杆菌和凝结芽孢杆菌等“平酸菌”，还可分离到热解糖梭菌等产酸产气菌以及分解蛋白质的厌氧梭状芽孢杆菌。

#### ③酿造食品中的微生物

在传统发酵过程中，曲、醪、醪、糟等物料都是一种混合培养物，其中主要为酵母菌、霉菌及部分细菌如乳酸菌。

### (5) 生物体内外微生物分布状况及代表类群

人体正常微生物群落有皮肤上的葡萄球菌、链球菌等，肠道内的大肠杆菌、产气杆菌、乳酸杆菌等。(6) 极端环境中的微生物分布状况及代表类群

①嗜热菌分布在草堆、厩肥、温泉、煤堆、火山地、地热区土壤及海





底火山附近等，如热熔芽孢杆菌，专性嗜热菌和超嗜热菌。

②嗜冷菌分布在南北极地区、冰窖、高山、深海等低温环境中，如专性嗜冷菌和兼性嗜冷菌。

③嗜酸菌分布在工矿酸性水、酸性热泉和酸性土壤等处，如氧化亚铁硫杆菌。

④嗜碱菌分布在碱性和中性环境中，如巴氏芽孢杆菌和嗜碱芽孢杆菌。

⑤嗜盐菌分布在晒盐场、腌制海产品、盐湖和著名的死海等处，如盐生盐杆菌和红皮盐杆菌等。

⑥嗜压菌仅分布在深海底部和深油井等少数地方，如嗜压的假单胞菌。

⑦抗辐射微生物对辐射有抗性或耐受性，如耐放射异常球菌。

### 3.简述食品环境中的微生物，以及各类微生物对食品 and 人类的影响。

答：食品环境中的微生物及其对食品 and 人类的影响如下：

#### (1) 农产品中的微生物

##### ①代表微生物

农产品中主要是通过各种途径侵染粮食的微生物，以曲霉属、青霉属和镰孢霉属为主。

##### ②微生物对人类的影响

黄曲霉毒素有强烈的致肝癌作用，其通常产生长期、低剂量、慢性的作用。单端孢烯族毒素 T2 也是一种强烈的致癌物，会引起白细胞急剧下降和造成骨髓造血机能破坏。

#### (2) 食品中的微生物

##### ①代表微生物



#### a.酸性食品罐头

此类罐头变质时，可从中可分离到嗜热耐酸芽孢杆菌等“平酸菌”和产酸产气菌，如巴氏梭菌、丁酸梭菌、短乳杆菌和明串珠菌等。

#### b.低酸或中酸食品罐头

此类罐头变质时，可检出嗜热脂肪芽孢杆菌和凝结芽孢杆菌等“平酸菌”，还可分离到热解糖梭菌等产酸产气菌以及分解蛋白质的厌氧梭状芽孢杆菌。

#### ②微生物对食品的影响

罐头变质时食品会酸化，平酸菌不会引起罐体膨胀，而产酸产气菌会导致罐体膨胀。

#### (3) 酿造食品中的微生物

##### ①代表微生物

在传统发酵过程中，曲、醪、醪、糟等物料都是一种混合培养物，其中主要为酵母菌、霉菌及部分细菌如乳酸菌。

##### ②微生物对食品的影响

微生物对发酵原料进行发酵，可获得所需要的发酵产物。

#### 4.微生物之间的相互关系有哪些？

答：微生物之间的相互关系如下：

##### (1) 互生

互生是指两种可以单独生活的生物，当它们在一起时通过各自的代谢活动而有利于对方，或偏利于一方的生活方式。如人体肠道正常菌群与宿主间的互生关系。



## (2) 共生

共生是指两种生物共居在一起，相互分工合作、相依为，甚至达到难分难解、合二为一的极其紧密的一种相互关系。如真菌与蓝细菌间的共生关系。

## (3) 寄生

寄生是指一种小型生物生活在另一种较大型生物的体内（包括细胞内）或体表，从中夺取营养并进行生长繁殖，同时使后者受损害甚至被杀死的一种相互关系。前者称为寄生物，后者称为寄主或宿主。如噬菌体寄生于宿主菌。

## (4) 拮抗

拮抗又称抗生，是指由某种生物所产生的特定代谢产物可抑制其它生物的生长发育甚至杀死它们的一种相互关系。非特异性拮抗如乳酸菌产生的乳酸可抑制其他微生物的生长。特异性拮抗如青霉菌产生的青霉素抑制 G。

菌

## (5) 捕食

捕食又称猎食，是指一种大型的生物直接捕捉、吞食另一种小型生物以满足其营养需要的相互关系。如微生物间的捕食关系。

## 5.微生物在环境保护中有何作用？

答：微生物在环境保护中的作用如下：

### (1) 微生物对污染物的降解与转化

#### ①生物降解



生物降解是微生物（包括其他生物）对物质（特别是环境污染物）的分解作用，一种有机物其结构与自然物质越相似，越容易降解，结构差别越大，越难降解。

## ②生物转化

一方面，微生物可改变重金属在环境中的存在状态，使化学物毒性增强，引起严重环境问题，还可以浓缩重金属，并通过食物链积累；另一方面，微生物直接和间接的作用可去除环境中的重金属，有助于改善环境。（2）环境污染介质的微生物处理

### ①污水处理

微生物学方法处理污水效率高、费用低、简单方便。

### ②固体废弃物处理

生物法主要是利用微生物分解有机物，制作有机肥料和沼气，可分为好氧性堆肥法和厌氧发酵法。

### ③气态污染物的生物处理

此法本质上是对污染物的生物降解与转化，但气态污染物首先要由气相转移到液相或固体表面液膜中，有利于污染物的降解。

### ④污染环境的生物修复

生物修复是指微生物催化降解有机污染物转化其他污染物从而消除污染的一个受控或自发进行的过程，其基础是发生在生态环境中的微生物对有机污染物的降解作用。

## （3）环境污染的微生物监测

### ①粪便污染指示菌



大肠菌群是最基本的粪便污染指示菌，是最常用的水质指标之一。

## ②Ames 试验

Ames 试验准确性较高、周期短、方法简便，可反映多种污染物联合作用的总效应，是一种良好的潜在致突变物与致癌物的初筛报警手段。



## 第7章 微生物与食品制造

### 课后习题:

#### 1.列表说明微生物在食品制造方面的作用。

答：微生物在食品制造方面的作用如表 7-2-1 所示。

表 7-2-1 微生物在食品制造方面的作用

食品	微生物		作用
食醋	淀粉糖化微生物（曲霉菌）		制糖化曲，其可作为淀粉质原料的糖化剂
	酒精发酵微生物（酵母菌）		在厌氧条件下发酵葡萄糖生成酒精和二氧化碳，还可生成少量有机酸、杂醇油、酯类等物质
	醋酸发酵微生物（醋酸杆菌属）		氧化酒精生成醋酸
发酵乳制品 (以双歧杆菌 酸奶为例)	共同发酵法	两歧双歧杆菌与嗜热链球菌、保加利亚乳杆菌	既可使制品中含有足够量的双歧杆菌，又可提高产酸能力，缩短凝乳时间，缩短生长周期，并改善制品的口感和风味
	共生发酵法	两歧双歧杆菌与酵母菌	双歧杆菌生长速度加快，产酸能力提高，凝乳速度加快，产品酸甜适中
谷氨酸	棒状杆菌属、短杆菌属、小杆菌属		分解糖与尿素产生的 $\alpha$ -酮戊二酸和氨被用来合成谷氨酸
黄原胶	黄单胞菌属（野油菜黄单胞杆菌）		以碳水化合物为主要原料，经发酵可生产微生物胞外多糖（黄原胶）
面包	酵母菌（鲜酵母、活性干酵母及即发干酵母）		将可发酵的碳水化合物转化为二氧化碳和酒精，二氧化碳可使面团发起，生产出柔软蓬松的面包，并产生香气和优良风味
酿酒	啤酒	啤酒酵母	主要作用是降糖，产生二氧化碳和酒精
	葡萄酒	酿酒酵母	前发酵主要是进行酒精发酵、浸提色素物质和芳香物质；后发酵主要是使残糖转化，促进风味物质的形成，改善口感，并使酒体澄清
酱类	米曲霉、酵母菌和乳酸菌		米曲霉可将原料中的蛋白质分解为氨基酸，淀粉变为糖类，三者共同作用生成醇、酸、酯等，形成酱类特有的风味
柠檬酸	黑曲霉		分解淀粉、蛋白质、纤维素等，产生柠檬酸。
苹果酸	黄曲霉 A-114		以葡萄糖类物质为原料通过霉菌直接发酵而生产苹果酸
	华根霉 6508、产氨短杆菌或黄色短杆菌		以糖类为原料，先发酵生成富马酸和苹果酸的混合物，然后接入产氨短杆菌或黄色短杆菌，将富马酸转化为苹果酸



## 2.微生物在食品制造应用中菌种扩大培养有哪些共同特点？

答：菌种的扩大培养是指把保藏的菌种，即冷冻干燥管中处于休眠状态的生产菌种接入试管斜面活化，再经过扁瓶或药瓶和种子罐，逐级扩大培养后达到一定数量和质量的纯种培养过程。微生物在食品制造应用中菌种扩大培养的共同特点如下：

- (1) 菌种扩大培养前必须对培养基进行加热灭菌，以实现纯培养。
- (2) 扩大培养所用的容器（一般为罐子）具有蒸汽夹套，便于将培养基和菌种罐加热灭菌，或将灭菌的培养基连续的输送至罐内。
- 3) 灭菌后的培养基需冷却至培养温度后再进行菌种培养，在培养过程中保持温度恒定。
- (4) 食品加工中应用的菌种，其生长大部分需一定的氧气，因此在菌种扩大培养过程中需要不断通气、搅拌，以便增加溶解氧，同时使微生物均匀分布。
- (5) 由于微生物代谢产生的物质可能影响整个扩培体系的 pH 值，因此需要实时监测 pH 值，必要时进行调整。
- (6) 接种量要根据菌株本身的状态进行调整，一般不超过 5%
- (7) 培养温度一般为 25~37℃，根据菌株本身生物学特性设定。

## 3.为什么说食醋生产是多种微生物参与的结果？常用的菌种有哪些？

答：(1) 多种微生物参与食醋生产的原因

食醋是以粮食等淀粉质为原料，经微生物制曲、糖化、酒精发酵、醋



酸发酵等阶段酿制而成，其主要成分除醋酸（3%~5%）外，还含有各种氨基酸、有机酸、糖类、维生素、醇和酯等营养成分及风味成分，具有独特的色、香、味因此参与的主要有淀粉液化、糖化微生物，酒精发酵微生物及醋酸发酵微生物，

## （2）食醋生产常用的菌种

- ①淀粉液化、糖化微生物主要是曲霉菌，包括黑曲霉、米曲霉和黄曲霉其主要作用是制糖化曲。
- ②酒精发酵微生物一般由子囊菌亚门酵母属中的酵母菌来完成；其主要作用是将葡萄糖转化为酒精和二氧化碳以及生成少量有机酸、杂醇油、酯类等形成醋的风味的物质。
- ③醋酸发酵微生物大多属于醋酸杆菌属，包括恶臭醋酸杆菌、奥尔兰醋酸杆菌、产醋酸杆菌、沪酿 1.01 醋酸杆菌和许氏醋杆菌；其主要作用是氧化酒精生成醋酸。

## 4.酵母菌在面包制造过程中起哪些作用？

答：酵母菌在面包制造过程中的作用如下：

（1）酵母菌将可发酵的碳水化合物如淀粉水解成糖后再由酵母的酒精酶分解成酒精和二氧化碳，部分糖在乳酸菌和醋酸菌的作用下生成有机酸。

（2）发酵生成的二氧化碳气体可使面包发起，生产出柔软蓬松的面包，并产生香气和优良风味。（3）鲜酵母发酵活力低，发酵速度慢，不易贮存运输，其使用受到一定限制。活性干酵母由鲜酵母经低温干燥而制得，其发酵活力及发酵速度都比较快，且易于贮存运输，使用较普遍。发干酵母一般无须活化处理，可直接用于生产。





## 5.简述啤酒生产的整个工艺过程。

答：啤酒生产的工艺过程如下：

### （1）麦汁的制备

制备麦汁主要包括原料粉碎、糖化、醪液过滤麦汁煮沸和过滤等过程。

### （2）啤酒发酵

酵母繁殖期：主要是麦汁添加酵母后其液面出现二氧化碳小气泡，并且形成白色、乳脂状的泡沫。②起泡期：主要是液面泡沫越来越多，并且有二氧化碳小气泡上涌，并带出一些析出物。

③高泡期：为发酵旺盛期，此期泡沫增高并形成隆起，由于酒内酒花树脂和蛋白质单宁复合物开始析出而逐渐变成棕黄色。

④落泡期：发酵活力逐渐减弱，二氧化碳气泡减少，泡沫回缩，酒内析出物增加，泡沫变为棕褐色。⑤泡盖形成期：泡沫回缩形成泡盖，撇去所析出的多酚复合物、酒花树脂、酵母细胞和其他杂质。

### （3）后发酵及贮藏

麦汁经主发酵后的发酵液称嫩啤酒，还需经几个星期的后发酵和贮酒期，使啤酒更加成熟和澄清。

（4）啤酒的过滤与包装  
经后发酵的啤酒还存在少量的酵母及蛋白质等杂质，需采取一定的手段将这些杂质除去。

## 6.在发酵生产葡萄酒过程中应注意的问题有哪些？

答：在发酵生产葡萄酒过程中应注意的问题如下：

### （1）前发酵

接入酵母 3~4d 后发酵进入主发酵阶段，此阶段升温明显，一般持续



3~7d，控制最高品温不超过 30℃，在 25℃左右下进行。当发酵液的相对密度下降到 1.020 以下时，即停止发酵，出池取新酒。

### (2) 压榨

出池时先将自流原酒由排汁口放出，放净后打开入孔清理皮渣进行压榨，得压榨酒。自流原酒和压榨原酒成分差异较大，若酿制高档名贵葡萄酒应单独贮存。

### (3) 后发酵

在后发酵过程中原酒需补加二氧化硫，添加量(以游离计)为 30~50mg/L 另外需要将温度控制在 18~25℃，温度过高不利于新酒的澄清。

## 7.在酱油生产中对生产原料有什么要求?

答：酱油是指以蛋白质原料和淀粉质原料为主经米曲霉等多种微生物共同发酵酿制而成的调味品。在酱油生产中对生产原料的要求如下：

### (1) 成曲的原料

成曲的生产主要采用蛋白质原料和淀粉质原料，在传统生产中前者以大豆为主，后者以面粉为主。(2) 原料的预处理

#### ① 豆饼粉碎

豆饼粉碎程度必须适当控制，只要大部分达到米粒大小即可。当碎度过细时，润水时容易结块，对制曲、发酵、浸出、淋油都不利，反而影响原料的正常利用。

#### ② 润水

润水是使原料中含有一定的水分，以利于蛋白质的适度变性和淀粉的充分糊化，并为米曲霉生长繁殖提供一定水分。



### ③ 蒸料

蒸料是使原料中的蛋白质适度变性及淀粉糊化，成为容易被酶作用的状态。



## 第8章 食品的微生物污染

课后习题：

### 1.简述污染食品的微生物来源及途径。

答：（1）污染食品的微生物来源

#### ①土壤

土壤具备微生物生长发育所需要的碳源、氮源、水分、空气、酸碱度、渗透压和温度等条件土壤中的微生物细菌占有比例最大，其次是真菌、藻类和原生动物。

#### ②空气

空气不是微生物生长繁殖的场所，然而空气中也含有一定数量的微生物，主要为霉菌、放线菌的孢子和细菌的芽孢及酵母。

#### ③水

有机物质含量越多，水中微生物的数量也越大。淡水中的微生物主要有以自养型微生物为主的清水型水生微生物和以革兰阴性细菌为主的腐败型水生微生物。海水中的微生物主要是具有嗜盐性的细菌。

#### ④人及动物体

人体及各种动物携带的微生物可通过直接接触或通过呼吸道和消化道向体外排出而污染食品。

#### ⑤加工机械及设备

加工机械设备在食品加工过程中受到污染成为微生物的污染源，其在后来的使用中通过与食品接触而造成食品的微生物污染。



## ⑥包装材料

各种包装材料处理不当也会带有微生物。

## ⑦原料及辅料

患病的畜禽其器官及组织内部可能有微生物的存在。感染病后的植物组织内部会存在大量的病原微生物。

### (2) 微生物污染食品的途径

#### ①内源性污染

内源性污染又称第一次污染，是指作为食品原料的动植物体在生活过程中，由于本身带有的微生物而造成的食品污染。

#### ②外源性污染

外源性污染又称第二次污染，是指食品在生产加工、运输、贮藏、销售、食用过程中，通过水、空气、人动物、机械设备及用具等而使食品发生的微生物污染。

## 2.何谓内源性和外源性污染？

答：(1) 内源性污染的概念

内源性污染又称第一次污染，是指作为食品原料的动植物体在生活过程中，由于本身带有的微生物而造成的食品污染。如畜禽在生活期间，其消化道、上呼吸道和体表总是存在一定类群和数量的微生物。

### (2) 外源性污染的概念

外源性污染又称第二次污染，是指在食品生产加工、运输、贮藏、销售、食用过程中，通过水、空气、人、动物、机械设备及用具等造成的食品污染。如各种天然水源包括地表水和地下水，不仅是微生物的



污染源，也是微生物污染食品的主要途径。

### 3.食品中微生物的消长规律及特点是什么？

答：食品中微生物的消长规律及特点如下：

#### （1）加工前

食品在加工前受到微生物污染后，从存活的微生物总数来看，一般不表现减少而只表现为增加。（2）加工过程中

①在食品加工的过程中，某些处理措施如灭菌可使食品中的微生物数量明显下降，甚至可使微生物几乎完全消除。

②在二次污染的前提下，当污染较少时，食品中所含有的微生物总数不会明显增多。

③在二次污染的前提下，如果残留在食品中的微生物有繁殖的机会，则食品中的微生物数量会出现骤然上升的现象。

#### （3）加工后

①加工后再次受到污染的食品，在贮藏过程中由于微生物的生长繁殖而变质。在此过程中，微生物的数量会迅速上升，当上升到一定程度时停止上升，相反活菌数会逐渐下降。

②已变质的食品中还有能适应变质食品的基质条件的微生物存在时，则会出现微生物数量再度升高的现象。③加工后的食品如果不再受污染，随着贮藏日期的延长，微生物数量则会日趋减少。

### 4.常见的污染食品并可引起食品腐败变质的细菌哪些？它们各自的主要生物学特性是什么？

答：污染食品并可引起食品腐败变质的常见细菌及其生物学特性如下：



(1) 革兰氏阴性需氧或微需氧、能运动的螺旋形或弯曲细菌

① 主要是弯曲杆菌属，细菌呈螺旋状，在菌体的一端或两端生有一根鞭毛，能运动

② 在陈旧培养基中有时变成球状，生长时需要%~15%的氧，在不含NaCl的蛋白胨水和琼脂上不生长。③ 革兰氏阴性、微需氧，不能利用葡萄糖等碳水化合物，不产生吲哚，氧化酶阳性。能使硝酸盐还原成亚硝酸盐。

(2) 革兰氏阴性需氧杆菌和球菌

① 假单胞菌科

该科最常见的是假单胞菌属，增殖速度快，一些种能在5℃的低温下生长，具有很强的产生氨等腐败产物的能力，部分菌株可产生水溶性荧光色素。

② 盐杆菌科

盐杆菌属和盐球菌属对高渗均具有很强的耐受能力，低盐可使细菌由杆状变为球状。

③ 醋酸杆菌科

a. 醋酸杆菌属

该属菌能将乙醇氧化成醋酸，并可将醋酸和乳酸氧化成CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O。

其生长所需的最好碳源是乙醇、甘油和乳酸。

b. 葡糖杆菌属

该属菌能将乙醇氧化成醋酸，但不能将醋酸或乳酸氧化成CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O。

可导致含酒精饮料变酸。



### (3) 革兰氏阴性兼性厌氧杆菌

#### ① 肠杆菌科

肠杆菌科细菌为革兰氏阴性杆菌，大部分周生鞭毛、能运动，少数无鞭毛、不运动。最适生长温度为 37℃（除欧文氏菌属和耶尔森氏菌属外）。氧化酶阳性。能发酵糖类，大部分能产酸产气。对热抵抗力弱，可被巴氏消毒杀死。

#### ② 弧菌科

弧菌科包括弧菌属和气单胞菌属等，菌体为球杆、直的或弯曲状，革兰氏阴性，以极生鞭毛运动，兼性厌氧。大多数种的最佳生长需要 2%~3% NaCl 或海水为基础。

### (4) 革兰氏阳性球菌

主要有微球菌属和葡萄球菌属等，细胞不运动或很少运动，好氧或兼性厌氧，所有菌株都能在 5% NaCl 环境中生长，许多菌株能在 10%~15% NaCl 环境中生长，某些种是动物和人类的条件致病菌。

### (5) 革兰氏阳性芽孢杆菌和球菌

#### ① 芽孢杆菌属

该属菌可形成芽孢，对不良环境有很强的抵抗力需氧或兼性厌氧，绝大多数菌种产生过氧化氢酶。主要有芽孢杆菌属、蜡样芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、巨大芽孢杆菌、嗜热脂肪芽孢杆菌和凝结芽孢杆菌。

#### ② 梭菌属

绝大多数种为厌氧菌，芽孢多呈球形，位于菌体中央。对不良环境条件具有极强的抵抗力。可耐受 2.5%~6.5% NaCl 浓度的渗透压，对亚硝





酸钠和氯敏感。

#### (6) 革兰氏阳性规则无芽孢杆菌

细胞杆状、规则，革兰氏阳性，不生芽孢，兼性厌氧。菌落凸起、全缘。通常 5%CO<sub>2</sub> 可促进生长。发酵分解糖代谢，终产物中 50% 以上是乳酸。

#### (7) 革兰氏阳性不规则无芽孢杆菌

该菌属为杆状或球状，运动或不运动，大多数为革兰氏阳性，少数呈阴性。好氧或兼性厌氧。不形成芽孢。过氧化氢酶阳性。可引起食品腐败，但是腐败作用不强。

### 5. 食品中细菌总数和大肠菌群食品卫生学意义是什么？

答：(1) 食品中细菌的食品卫生学意义

① 作为食品被微生物污染程度的标志，食品中细菌数量越多，说明食品被污染的程度越重、越不新鲜、对人体健康威胁越大。

② 可以用来预测食品可存放的期限，食品中细菌数量越少，食品可存放的时间就越长，相反，食品的可存放时间就越短。

#### (2) 大肠菌群食品卫生学意义

① 作为食品被粪便污染的指示菌，食品中粪便含量只要达到 10—3mg / kg 即可检出大肠菌群。

② 作为肠道病原菌污染食品的指示菌，当然食品中检出大肠菌群，只能说明有肠道病原菌存在的可能性，两者并非一定平行存在，但只要食品中检出大肠菌群，则说明有粪便污染。

### 6. 污染食品并可产生毒素的霉菌有哪些？各产生什么毒素？霉菌毒



## 素有何特性？产毒霉菌的产毒特点是什么？

答：（1）污染食品并可产生毒素的霉菌及其产生的毒素

- ①黄曲霉和寄生曲霉，可产生黄曲霉毒素。
- ②青霉，可产生黄绿青霉毒素、橘青霉毒素和岛青霉毒素。
- ③镰刀菌，可产生镰刀菌毒素。
- ④杂色曲霉和构巢曲霉，可产生杂色曲霉毒素。
- ⑤棕曲霉、纯绿青霉、圆弧青霉和产黄青霉，可产生棕曲霉毒素。
- ⑥扩展青霉，可产生展青霉毒素。
- ⑦软毛青霉、圆弧青霉和棕曲霉，可产生青霉酸。
- ⑧交链孢霉，可产生交链孢霉毒素。

### （2）霉菌毒素的特性

- ①霉菌毒素是霉菌产生的一种有毒的次生代谢产物。
- ②霉菌毒素通常具有耐高温、无抗原性主要侵害实质器官的特性，而且霉菌毒素多数还具有致癌作用。
- ③霉菌毒素的作用包括减少细胞分裂，抑制蛋白质合成和 DNA 的复制，抑制 DNA 和组蛋白形成复合物，影响核酸合成，降低免疫应答等。

### （3）霉菌产毒的特点

- ①霉菌产毒仅限于少数的产毒霉菌，而且产毒菌种中也只有一部分菌株产毒。
- ②产毒菌株的产毒能力表现出可变性和易变性，产毒菌株经过多代培养可以完全失去产毒能力，非产毒菌株在一定条件下可出现产毒能力。



③一种菌种或菌株可以产生几种不同的毒素，而同一霉菌毒素也可由几种霉菌产生。

4 产毒菌株产毒需要一定的条件，主要是基质种类、水分、温度、湿度及空气流通情况。

## 7.霉菌及其毒素的食品卫生学意义是什么？

答：霉菌及其毒素的食品卫生学意义如下：

### （1）霉菌污染引起食品的腐败变质

霉菌污染食品后，可使食品呈现异色、产生霉味，食用价值降低，甚至完全不能食用，而且还可使加工工艺品质下降，如出粉率、出米率、黏度等降低。

### （2）人类霉菌毒素中毒

#### ①来源

- a.霉菌污染食品产生毒素引起误食者霉菌毒素中毒。
- b.食入大量含毒饲草的动物，被人食入后造成霉菌毒素中毒。

#### ②中毒特点

- a.霉菌毒素中毒与人群的饮食习惯、食物种类和生活环境条件有关。
- b.霉菌毒素中毒的临床表现较为复杂有急性中毒，也有慢性中毒，也有的诱发癌肿、造成畸形和引起体内遗传物质的突变。



## 第9章 食品腐败变质及其控制

### 课后习题：

#### 1.常用的物理防腐保藏方法有哪些？基本原理是什么？

答：常用的物理防腐保藏方法及其基本原理如下：

##### （1）食品的低温保藏

食品在低温下，本身酶活性及化学反应得到延缓，食品中残存微生物生长繁殖速度大大降低或完全被抑制，因此食品的低温保藏可以防止或减缓食品的变质，在一定的期限内可较好地保持食品的品质，包括食品的冷藏和食品的冷冻保藏。

##### （2）食品的气调保藏

果蔬的变质主要是由于果蔬的呼吸和蒸发、微生物生长、食品成分的氧化或褐变等作用，而这些作用与食品贮藏的环境气体有密切的关系，如果控制食品贮藏环境气体的组成，控制食品变质的因素，可达到延长食品保鲜或保藏期的目的。

##### （3）加热杀菌保藏

食品腐败常由于微生物和酶所致，食品通过加热可达到杀菌和使酶失活的目的，从而使食品永贮不坏。但必须不重复染菌，因此要在装罐装瓶密封以后灭菌，或者灭菌后在无菌条件下充填装罐食品加热杀菌的主要方法包括常压杀菌、加压杀菌、超高温瞬时杀菌微波杀菌、远红外线加热杀菌和欧姆杀菌。

##### （4）非加热杀菌保藏



非加热杀菌又称冷杀菌，相对于加热杀菌而言，其无需对物料进行加热，而是利用其他杀菌机理来杀灭微生物，因而避免食品成分因热而被破坏。非加热杀菌方法主要有辐照杀菌、超声波杀菌、高压放电杀菌和高压杀菌。

#### (5) 食品的干燥脱水保藏

食品的干燥脱水保藏主要是降低食品的含水量（水活性），使微生物得不到充足的水而不能生长。一般采用的食品干燥脱水方法有日晒、阴干、喷雾干燥、减压蒸发和冷冻干燥等。

### 2. 何为栅栏效应？其原理是什么？

答：(1) 栅栏效应的概念

栅栏因子是指食品内部存在的能够阻止食品所含腐败菌和病原菌生长繁殖的因子，这些因子通过临时和永久性地打破微生物的内平衡（微生物处于正常状态下内部环境的稳定和统一），从而抑制微生物的致腐与产毒，保持食品品质。栅栏效应是指由栅栏因子及其相互作用来决定食品的微生物稳定性。

#### (2) 栅栏效应的原理

栅栏效应是运用不同的栅栏因子，科学合理的组合起来，发挥其协同作用，从不同的侧面抑制引起食品腐败的微生物，形成对微生物的多靶攻击，从而改善食品品质，保证食品的卫生安全性。

### 3. HACCP 指的是什么？谈谈其原理。

答：(1) HACCP 的概念

HACCP 的英文全称是 hazard analysis critical control point，其中文名



称是危险分析与关键点控制体系危险分析与关键点控制体系是指将食品质量的管理贯穿于食品从原料到成品的整个生产过程当中，侧重于预防性监控，不依赖于对最终产品进行检验，打破传统检验结果滞后的缺点，从而将危害消除或降低到最低限度的质量管理体系。

## (2) HACCP 的原理

充分利用检验手段，对生产流程中各个环节进行抽样检测和有效分析，预测食品污染的原因，从而提出危害关键控制点及危害等级。根据危害关键控制点提出控制项目、控制标准、检测方法、监控方法以及纠正的措施。通过采取相应的措施，从而预防危害的发生。

## 4.简述预测微生物学的理论及在食品中的具体应用。

答：(1) 预测微生物学理论的概念

预测微生物学理论又称微生物预报技术，是指借助计算机的微生物数据库，在数字模型基础上，在确定的条件下，快速对重要微生物的生长、存活和死亡进行预测，从而确保食品在生产、运输贮存过程中的安全和稳定，打破传统微生物受时间约束而结果滞后特点的技术。

## (2) 预测微生物学在食品中的应用

①建立微生物数据库，贮存了不同微生物在不同生长介质中的 pH 值、AW 值、培养温度及有氧、无氧条件下的关系数据。

②应用微生物预报技术控制食品中李斯特氏菌的污染以及食品的乳酸发酵。

## 5.食品的综合防腐保质技术有哪些？根据已有知识，谈谈其相互间的联系。



答：（1）食品的综合防腐保质技术

### ① 栅栏技术

栅栏技术运用不同的栅栏因子，科学合理的组合起来，发挥其协同作用，从不同的侧面抑制引起食品腐败的微生物，形成对微生物的多靶攻击，从而改善食品品质，保证食品的卫生安全性。

### ② 食品生产的质量管理体系

#### a. 良好操作规范或良好生产工艺（GMP 管理体系）

GMP 标准由食品生产企业与卫生部门共同制定，规定了在加工、贮藏和食品分配等各个工序中所要求的操作和管理规范，目的在于为各种食品的制造、加工、包装、贮藏等有关方面制定出一个统一的指导原则和卫生规范。

#### b. 危险分析与关键点控制体系（HACCP 体系）

HACCP 系统将食品质量的管理贯穿于食品从原料到成品的整个生产过程当中，已被食品界公认为确保食品安全的最佳管理方案，可以确保食品加工和制造遵循 GMP 规范。

### ③ 微生物预报技术

微生物预报技术借助计算机的微生物数据库，在数字模型基础上，在确定的条件下快速对重要微生物的生长、存活和死亡进行预测，从而确保食品在生产、运输贮存过程中的安全和稳定，打破传统微生物受时间约束而结果滞后的特点。

## （2）相互联系

① 可根据栅栏理论设计微生物预报数学模型。



②微生物预报技术可帮助和指导管理者在生产中贯彻 HACCP，同时对 HACCP 清单给予补充。同时可根据预报结果更好的选择有效的栅栏因子，防止食品腐败变质。

③企业应当充分利用 HACCP 体系，制定符合企业自身情况的 GMP 管理体系，可使生产规范化，利于微生物预报技术的准确性。

## 6. 《中华人民共和国食品安全法》何时开始实施？包括哪些内容？

答：（1）《中华人民共和国食品安全法》的实施时间

2009年2月28日第十一届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过《中华人民共和国食品安全法》该法自2009年6月1日起施行。

（2）《中华人民共和国食品安全法》的内容

《中华人民共和国食品安全法》包括总则食品安全风险监测和评估、食品安全标准、食品生产经营、食品检验、食品进出口、食品安全事故处置、监督管理、法律责任及附则共十章内容，对各项制度进行了补充和完善。





## 第 10 章 微生物与食品安全

### 课后习题：

#### 1.什么是食物中毒？有什么特点？食物中毒的类型有哪些？

答：（1）食物中毒的概念

食物中毒是指食用被有毒有害物质污染的食品或者食用含有毒有害物质的食品后出现的急性、亚急性疾病。食物中毒属于食源性疾病的范畴，是食源性疾病中最常见的疾病。

（2）食物中毒的特点

- ①潜伏期短，来势急剧，短时间内可能有多人同时发病。
- ②病人都具有相似的临床表现，多见于急性胃肠炎症状。
- ③发病与食入某种中毒食品有关。
- ④发病率高而且集中，人与人之间不直接传染。一般无传染病流行时的余波。

（3）食物中毒的类型

- ①因摄入含病原菌或其毒素污染的食品而引起的细菌性食物中毒。
- ②食入被某些真菌及其毒素污染的食品而引起的真菌性食物中毒，其中以霉菌及霉菌毒素为主。
- ③食入动物性有毒食品引起的动物性食物中毒。
- ④食入植物性有毒食品引起的植物性食物中毒。
- ⑤摄入化学性有毒食品引起的化学性食物中毒。

#### 2.常见的细菌性食物中毒有哪些？发生细菌性食物中毒的原因是什么



么？其预防原则是什么？

答：（1）常见细菌性食物中毒的类型

①感染型

摄入含大量活细菌的食物而引起的中毒。

②毒素型

随食物摄入细菌所产生的毒素而引起的中毒。

③混合型

随食物摄入活细菌及其毒素共同作用而引起的中毒。

（2）发生细菌性食物中毒的原因

引起中毒的原因主要是食品被污染、细菌生长繁殖以及食品在食用前未被彻底加热

（3）细菌性食物中毒的预防原则

①防止食品在加工、运输、销售、贮存过程中被污染。

②低温保存食品，控制细菌繁殖和毒素形成。

③食品加热充分，彻底杀灭病原菌和破坏毒素。

④加强对食品加工从业人员的管理和卫生培训，进行就业前体检和定期体检。

**3.简述沙门氏菌、致病性大肠杆菌的生物学特性、食物中毒发生的原因、症状和污染途径。**

答：（1）沙门氏菌

①病原的生物学特性

f.致病因素



第一，菌毛对肠粘膜细胞的侵袭力及 Vi 抗原对小肠上皮细胞的侵袭力。

第二，沙门氏菌被人体吞噬细胞吞噬并杀灭后菌体裂解释放内毒素，引起发热和中毒性休克。

第三，肠毒素不被胰蛋白酶和其他水解酶所破坏且耐酸碱。

## ②食物中毒原因

食入被沙门氏菌污染的食品导致活菌在体内大量繁殖从而发生食物中毒。

## ③中毒症状

沙门氏菌食物中毒主要表现为急性胃肠炎，出现头痛、恶心、脸色苍白、出冷汗，既而出现呕吐、腹泻、体温升高，并有水样便，有时带脓血黏液，重者出现寒战、抽搐和昏迷等

## ④食物中毒的污染途径

- a.该菌主要通过生前感染、宰后污染和生熟肉交叉污染来污染肉类。
- b.家禽原发和继发感染造成卵巢、卵黄或全身带菌从而来污染蛋类及其制品。
- c.该菌主要通过带菌奶牛产乳和鲜乳及其制品未彻底消毒的方式来污染乳类。

## (2) 致病性大肠杆菌

### ①病原的生物学特性

#### f.致病因素

第一，肠道致病性大肠埃希氏菌（不产生肠毒素）：婴幼儿、儿童引



起腹泻或胃肠炎的主要病原菌。第二，肠道毒素性大肠埃希氏菌（产生肠毒素）：婴幼儿、旅游者引起腹泻的常见病原菌。

第三，肠道侵袭性大肠埃希氏菌（不产生肠毒素）：新生儿和 2 岁以内的婴幼儿引起腹泻的病原菌。第四，肠道出血性大肠埃希氏菌（产生 Vero 细胞出血毒素）：儿童引起出血性结肠炎的主要病原菌第五，肠道黏附性大肠埃希氏菌（菌毛与 ST 样毒素）：婴幼儿持续性腹泻的病原菌。

## ② 食物中毒原因

致病性 E. coli 引起食物中毒一般与人体摄入的活菌量有关。

## ③ 中毒症状

- a. 肠道致病性大肠埃希氏菌：腹泻或胃肠炎。
- b. 肠道毒素性大肠埃希氏菌：急性胃肠炎。
- c. 肠道侵袭性大肠埃希氏菌：菌痢。
- d. 肠道出血性大肠埃希氏菌：出血性结肠炎。
- e. 肠道黏附性大肠埃希氏菌：婴幼儿急性或慢性腹泻伴有脱水。

## ④ 食物中毒污染途径

该种食物中毒主要通过受污染的土壤、水、带菌者的手、蝇和不洁的器具等污染食品。

**4. 简述金黄色葡萄球菌、肉毒梭菌、蜡样芽孢杆菌的生物学特性、食物中毒发生的原因、症状和污染途径。**

答：（1）金黄色葡萄球菌

## ① 生物学特性



## ②食物中毒原因

人食入被葡萄球菌污染的食品后导致活菌大量繁殖和产生肠毒素从而引起食物中毒。

## ③中毒症状

该菌食物中毒主要表现为急性胃肠炎症状，恶心、呕吐、中上腹痛和腹泻，以呕吐最为显著。伴有头痛、发冷，体温一般正常或有低热。

## ④污染途径

受感染的食品从业人员，在生产加工过程中污染加工后的食品。另外食入患乳房炎的奶牛的乳汁也导致中毒

### (2) 肉毒梭菌

#### ①生物学特性

#### ②食物中毒原因

食入含有肉毒毒素的食品可导致食物中毒。

#### ③中毒症状

该菌中毒表现为对称性颅神经损害症状，首先颅神经麻痹，继而发生语言障碍、吞咽和呼吸困难、心肌麻痹、呼吸肌麻痹，最终因呼吸衰竭而死亡。

#### ④污染途径

带菌土壤可直接或间接污染食品，使其可能带有肉毒梭菌或其芽孢。

### (3) 蜡样芽孢杆菌

#### ①生物学特性

#### ②食物中毒原因



食入含大量活菌和肠毒素的食品后可导致食物中毒。食物中的活菌量越多，产生肠毒素越多。

### ③中毒症状

a. 呕吐型：表现恶心、呕吐、腹痛，腹泻及体温升高者少见。

b. 腹泻型：表现腹泻、腹痛、水样便，但呕吐罕见。

### ④污染途径

食品加工、运输、贮藏、销售过程中，通过灰尘、土壤、苍蝇、昆虫、不洁的用具与容器污染食品，导致食物中毒发生。

**5. 名词解释：食物中毒、细菌性食物中毒、真菌性食物中毒、感染型细菌性食物中毒、毒素型细菌性食物中毒、真菌毒素、消化道传染病**

答：（1）食物中毒

食物中毒是指食用被有毒有害物质污染的食品或者食用含有毒有害物质的食品后出现的急性、亚急性疾病。食物中毒属于食源性疾病的范畴，是食源性疾病中最常见的疾病。食物中毒的特点有潜伏期短，来势急剧，短时间多人同时发病；病人都具有相同的临床表现；发病与某种中毒食品有关；发病率高而且集中，人与人之间不直接传染，无传染病流行时的余波。

#### （2）细菌性食物中毒

细菌性食物中毒是指因摄入含病原菌或其毒素污染的食品而引起的食物中毒。它是国内外最常见的一类食物中毒，根据发病的机制可分为感染型、毒素型和混合型。发生原因主要有食物被污染、细菌繁殖



和食物在食用前未被彻底加热。

### （3）真菌性食物中毒

真菌性食物中毒是指食入被某些真菌及其毒素污染的食品而引起的食物中毒，其中以霉菌及霉菌毒素为主。此类中毒具有一定的地区性，季节性因真菌繁殖、产毒的最适温度不同而异，发病率较高，病死率因真菌种类不同而有所差别。

### （4）感染型细菌性食物中毒

感染型细菌性食物中毒是指随食物摄入大量活细菌而引起的中毒性疾

### （5）毒素型细菌性食物中毒

毒素型细菌性食物中毒是指随食物摄入细菌所产生的毒素而引起的中毒性疾

### （6）真菌毒素

真菌毒素是指产毒真菌在适宜条件下所产生的次级代谢产物。主要产毒真菌为曲霉属、青霉属、镰刀菌属的真菌以及其他菌属的真菌，食入被某些真菌毒素污染的食品可能会引起食物中毒。

### （7）消化道传染病

消化道传染病是指由于食用了被病原微生物污染的食品经口侵入消化道所引起的疾病。此种传染病的病原体具有较强的致病力，仅少量的病原体即可引起疾病，并且人与人之间可以直接传染。消化道传染病的防治原则包括加强传染源管理，做好“三管一灭”（管饮食、管粪、管水及灭蝇）切断传播途径的工作和保护易感人群。

