

**1、简述发酵工程技术发展史中的五大主要转折点。**

**（评分标准：每个转折点 1 分）**

**答：**微生物分离和纯培养技术、通气搅拌的好气性发酵工程技术的建立、人工诱变育种和代谢控制发酵工程技术的建立、发酵动力学、发酵的连续化、自动化工程技术的建立、微生物反应生物合成和化学反应合成相结合的工程技术的建立。

**2、以酵母菌为例，简述兼性厌氧菌种的液态种子制备过程。**

**答：**斜面原种 → 10mL 试管活化（0.5 分）→ 250mL 三角瓶扩培 → 3L 三角瓶（1 分） → 20L 卡氏罐扩培（1 分） → 200L 密闭罐种子 → 1.5-2.0 立方种子（2 分） → 发酵罐（0.5 分）

**3、简述生啤酒和熟啤酒的区别及其生产中关键点有哪些不同。**

**答：熟啤酒**经过巴氏杀菌或超高温瞬时灭菌的啤酒；（1 分）

**关键控制点：**糖化、发酵、澄清、灌装验酒、灭菌（1 分）

**生啤酒**是指（纯种发酵）不经过巴氏杀菌或超高温瞬时灭菌而采用物理过滤方法除菌，并经无菌灌装的具有一定生物稳定性的啤酒（1 分）

**关键控制点：**糖化、发酵、澄清、过滤除菌（1 分）、无菌灌装（1 分）

**4、简述多菌相发酵食品品质形成过程中微生物菌群演替基本规律。**

**答：第一阶段：**原料处理后，由于温度、RH 适宜，料醅表面的微生物迅速繁殖，经一段时间竞争后各类生理类群的微生物按一定比例定居下来。（1 分）

**第二阶段：**代谢产物开始积累，原料分解，使基质条件发生变化（酸、醇），（1 分）微生物区系改变，原来定居下来的微生物类群数量下降，代之而起的是一群高度特异性的微生物（对一定产物有特殊耐受性）。如：酿酒的酵母菌，酿醋的醋酸菌等。（1 分）

**第三阶段：**高度特异的微生物经长时间较量（对产物及环境的耐受），最适于环境的微生物的代谢产物又抑制了其他的微生物的生长，最终取得优势。（1 分）

**结束阶段：**代谢产物抑制了自身的生长，菌体自溶，发酵终止（1 分）

**5、试从原料特性、生产菌种、发酵原理及生产工艺角度比较啤酒、白酒酿造的差别。**

	啤酒	白酒
原料及主要有效成分（1分）	淀粉类的辅料和大麦芽	粮食等淀粉质原料
糖化工艺（1分）	由大麦发芽产生的酶完成	由曲中的糖化菌完成
菌种（1分）	啤酒酵母酵，逐级扩培	曲、种曲根霉菌双边发酵或由霉菌、酿酒酵母共同发酵
菌相（1分）	近于纯种酒精发酵	霉菌的糖化发酵、酵母的酒精发酵、细菌产酸发酵
发酵工艺（1分）	液态发酵	多菌种固态发酵

#### 6、简述固态发酵的一般特征及其主要调控参数。

**答：一般特征：**非均质性、基质的不可及性、基质的不可直接利用、生长取决于水分活度而不是含水量、微生物在固态基质上的扩散是有限的、传质差（3分）

**调控因素：**原料配比预处理、气态环境与通气、含水量、基质酸碱度、热传递与控温。（2分）

#### 7、简述啤酒生产的酵母种子制备工艺流程，并对主要环节进行简要说明。

**答：**斜面原种 → 10mL 试管，10-12 度麦芽汁 5mL （25 ℃，24-36h）活化 → 250mL 三角瓶， 10-12 度麦芽汁 50mL （25 ℃，24-36h）扩培 → 3L 三角瓶， 10-12 度麦芽汁 500mL （20 ℃，24-36h）扩培 → 20L 卡氏罐，10-12 度酒花麦芽汁 10L （15-18 ℃，24-36h） → 200L 密闭罐， 10-12 度酒花麦芽汁 100L （10 -15℃，24-36h） → 1.5-2.0 立方酵母罐， 10-12 度酒花麦芽汁 100L （10 -15℃，24-36h） → 发酵罐

（加粗步骤第步 1 分）

#### 8、简述产孢子的丝状真菌用于固态发酵生产的常用菌种扩培程序。

**答：**菌种活化（1分） → 三角瓶曲种制备（1分） → 种曲培养（种曲质量评价）（1分） → 制曲（通风控温）（1分） → 成曲（曲质量评价）（1分）

#### 9、简述中国啤酒工业的研究热点和发展方向。

答：(1) 产品淡化：降低啤酒糖度、酒精度（1 分）

(2) 发展特用啤酒：如低糖、低酒度、保健型的老年专用啤酒（1 分）

(3) 啤酒修饰技术：如用麦芽提取物添加于淡啤酒中增香、用酵母提取物使低度啤酒淡而不寡提高柔和感。（1 分）

(4) 高浓酿造技术：如用 18-30 度的高浓度麦汁发酵技术还是空白。（1 分）

(5) 非热消毒的淡爽啤酒、桶装生啤的保鲜等。（1 分）

#### 10、简述食品发酵生产中种曲和曲的质量评价主要指标。

答：种曲（2 分）——无杂菌无邪杂味，孢子数量丰富

曲（3 分）——无杂菌无邪杂味，菌丝丰富，松散干燥，糖化酶活力高

#### 11、简述发酵产品生产的一般工艺过程。



#### 12、按发酵工艺操作，微生物发酵可以分为哪些类型？各发酵类型的主要特点是什么？

答：(1) 分批发酵：在灭菌后的培养基中接入生产菌，而后不再向发酵液

加入或移出任何物质（需氧微生物则需加氧）的培养方式。（1分）

**（2）连续发酵：**是一个开放系统，通过连续流加新鲜培养基并以同样的流量连续地排出发酵液，（1分）可使微生物细胞群体保持稳定的生长环境和生长状态，（1分）并以发酵中的各个变量多能达到恒定值而区别于瞬变状态的分批发酵。（1分）

**（3）分批补料（流加）发酵：**介于前两者之间，在分批发酵的前提下，连续地或按一定规律地向系统内补入营养物，补的可以是单一营养物也可能是多种营养物，到一定时候，便进行排料但并不排完，留 1/3 至 2/3，然后再补料，重复上述操作。（1分）

**13、简述产孢子的丝状真菌用于固态发酵生产的固态曲制备程序及其用于液态发酵生产时的液态种子扩培程序。**

答：斜面原种 → 固态活化（试管斜面） → 三角瓶孢子制备 →  
三角瓶曲种 → 三角瓶孢子 → 孢子悬浮液 → 种子罐 → 发酵罐  
三角瓶曲种 → 固态种曲 → 固态制曲（2分）

**14、简述以谷物为原料酿造食醋的主要菌种及各菌种的生化作用。**

答：（1）霉菌（多用黑曲霉、米曲霉等），作用是液化和糖化，使淀粉水解为糖类，可供酵母菌利用。（1分）

（2）酵母菌，提供转化酶、麦芽糖酶、酒化酶等，进行酒精发酵，产生酒精及其它酸类，醛等。（2分）

（3）醋酸菌：分泌氧化酶，使酒精氧化为醋酸也可氧化醇、糖等，产生多种风味物质。（2分）

**15、简述固态发酵工艺的一般特征。**

答：非均质性、基质的不可及性、基质的不可直接利用、生长取决于水分活度而不是含水量、微生物在固态基质上的扩散是有限的、传质差（答出其中5条即得5分）

**16、简述我国发酵食品的特色。**

答：（1）采用多种原料，且多以淀粉质原料为主。（1分）

（2）多菌种混合发酵，且多以霉菌为主的微生物群。（国外多以细菌、乳酸菌）（2分）

(3) 工艺复杂、多用曲：董酒生产制的曲用 72 味中药。曲 (Koji) (1 分)

(4) 多为固态发酵：醪、醪 (1 分)

17、简述发酵食品发展趋势及研究热点有哪些。

答：(1) 利用育种技术有选择地创造物种 (新型微生物资源)；(2) 发酵剂高密度培养和剂型制备技术；(3) 固定化酶和固定化细胞的生产和应用；(4) 生物传感器的研究与设计，发酵与酿造的在线监测和过程控制技术传统固态发酵技术的标准化、现代化；(5) 菌种安全性评价技术革新和新资源认证。(每小点 1 分)

18、结合发酵食品生产三要素，简述发酵食品固态发酵生产的一般工艺过程。



19、简述我国黄酒的生产的工艺特点。

原料多为 大米、糯米、黍米，经蒸煮（糊化）、糖化、发酵、压榨而成

曲法酿造：发酵剂一般用麦曲、米曲、小曲等

多菌发酵：由霉菌、酵母菌、细菌等共同作用酿成

边糖化边发酵：(双边发酵)利用糖化发酵剂中微生物及所含酶的生化特性，调节糖化速度和发酵速度，使酒醪中糖分不至积累过多，酒精成分逐步提高，使直接发酵酒精含量可达 15-20%。

低温长时间发酵

均须陈酿

20、酒精类产品发酵生产通常需制备酒母，简述成熟酒母的质量指标主要

有哪些。

答：酵母细胞数：108 CFU/ml

出芽率：15%~30%

酵母死亡率：<1%

耗糖率：40%~50%

酒精含量：3%~4%

酸度：不增高

## 21、简述酒精生产对酵母菌的要求。

答：(1) 含有较强的酒化酶，发酵能力强，而且迅速；

(2) 繁殖速度快，具有很强的增殖能力；

(3) 耐酒精能力强，能在较高浓度的酒精发酵醪中进行发酵；

(4) 耐温性能好，能在较高温度下进行繁殖和发酵；

(5) 抵抗杂菌能力强；

(6) 耐酸能力强；

(7) 生产性能稳定，变异性小；

(8) 发酵时产生泡沫少。

## 22、结合产孢子丝状真菌的生活史，简述厚层通风制曲的三段式控制的基本方案和原理。

第一阶段为“培养阶段”，在此阶段，保持相对较低的通风量和较高的湿度，以促进真菌菌丝的快速生长，增加其生物量；第二阶段为“发酵阶段”，适当增加通风量和氧气供给，使真菌开始进行有氧呼吸，产生丰富的代谢产物，从而增强曲子的风味；第三阶段为“干燥阶段”，进一步降低湿度和通风量，以控制水分，抑制过快的衰退和导致霉变，同时促进孢子的形成和成熟。此三段式控制方案通过精准调节气体流量和环境湿度，实现最佳的曲制效果，确保经典风味和质量。

## 23、简述发酵与酿造工业中的常用技术。

微生物技术：制片染色和显微技术、无菌操作技术、菌种分离和培养技术、合成培养基技术、育种技术、深层 液态发酵技术、菌种保藏技术

化学技术：发酵过程分析、产物分离技术、提取精制技术

#### 24、简述巴斯德（Pasteur）对微生物领域的贡献。

彻底否定了自然发生说、证实发酵由微生物引起、免疫学 — 预防接种、发明巴氏消毒法

证明了：发酵是由微生物进行的一种化学变化，不同类型的发酵是由形态可以区别的各种特殊的微生物所引起的。1870 年，Pasteur 发现了微生物之间有相互抑制的作用，即拮抗作用。

#### 25、简述科赫（Koch）对微生物领域的贡献。

发明培养基并用其纯化微生物等 一系列研究方法的创立 证实炭疽病因 — 炭疽杆菌发现 结核病原菌 — 结核杆菌 科赫法则

1880 年，发现可以通过稀释把多种微生物分离开来，建立了单种微生物的分离和纯培养技术。• 建立了研究的微生物一系列方法，把早年在马铃薯块上的培养技术改为明胶平板（1881）和琼脂平板（1882）• 显微镜技术：包括细菌鞭毛在内的许多染色方法、悬滴培养法以及显微摄影技术。• 利用平板分离方法找到并分离许多传染病的病原菌（炭疽、结核、链球菌）• 1884 年提出了科赫法则（Koch's postulates）：病原微生物存在与病体而非健康体；可纯培养；纯培养物接种后染病；可重新分离再培养

#### 26、简述发酵工业的特点（与化学工业比较阐述）。

∴安全简单 ∴原料广泛 ∴反应专一 ∴代谢多样 ∴易受污染 ∴菌种选育

#### 27、简述发酵生产中影响培养基灭菌效果的因素。

• 温度、时间：温度低点，可在培养基中加入甲醛或过氧化氢，因加入可达灭菌目的，在加热时可挥发掉不影响微生物生长。高温时，可大量缩短时间。• pH 值：中性 pH 条件下微生物较耐热，但在酸或碱性条件下易灭菌。越酸，时间短。

• 油脂、糖类，蛋白等生物大分子：会增加微生物耐热性（生物大分子对微生物的保护作用），将微生物包起来，含量越多，死亡速率越慢，高盐可加快微生物死亡，削弱微生物耐热性。

• 泡沫：越多越耐热

- 培养基颗粒大小：颗粒越小，微生物越易杀死

28、简述发酵生产中发酵培养基连消的基本流程、对应设备和常用技术参数。

准备培养基：按配方称取各类原料（如糖、氮源、矿物质、维生素等），并加入适量的水，制备成发酵培养基。

预处理：对配制好的培养基进行过滤、加热等预处理，以去除悬浮物和杂菌。

加热消毒：将预处理后的培养基送入消毒设备（如高压蒸汽灭菌器）进行加热消毒，通常采用 121° C 的高温处理 15-30 分钟。

冷却：消毒完成后，将培养基快速冷却至接种温度（通常为 20-30° C）。

接种：在无菌环境下接种培养基，加入所需的微生物种子。

连续供应：在发酵过程中，通过泵等设备持续供应消毒后培养基至发酵罐。

培养与监控：在发酵罐中不断监控温度、pH、溶氧等参数，以保证最佳发酵条件。

收集产品：完成发酵后，通过分离和提取工艺收集目标产物。

#### 对应设备

- 配料罐：用于配制发酵培养基。
- 高压蒸汽灭菌器：用于发酵培养基的消毒。
- 冷却系统：（如水冷或空气冷却）用于快速降低消毒后的培养基温度。
- 发酵罐：用于微生物发酵过程，包括搅拌、供氧和温控等。
- 泵：用于连续供应消毒后的培养基。
- 

#### 常用技术参数

1. 消毒温度：121° C（常用的高压消毒温度）。
2. 消毒时间：15-30 分钟，具体取决于培养基的性质和容积。
3. 接种温度：20-30° C，通常在此范围内进行接种。
4. pH 值：根据不同微生物类型的需求，通常在 5.0-7.0 之间。
5. 溶氧量：在发酵过程中保持适宜的溶氧量（一般为 20-50%饱和）。



29、简述发酵工业生产中无菌空气制备的基本流程及其对应的主要主要设备。

空气→空压机→贮气罐→冷却→除油水→加热(以上为空气预处理)→总过滤器→无菌空气→分过滤器(后半部分为空气过滤)

粗过滤器；压缩机；贮罐；冷却器；旋风分离器；丝网过滤器；加热器；过滤器

30、试列举发酵食品生产中常用的两种发酵剂，并对她们的主要特征进行比较分析。

继代式发酵剂(10<sup>7</sup>-10<sup>8</sup>cfu/ml)：原菌种经母发酵剂、中间发酵剂、生产发酵剂的扩培后方可用于生产。特点是制作过程比较复杂、无菌要求高，另外还存在菌种使用时间短、保存传代困难、容易污染问题。一般用于凝固型酸奶生产。

直投式发酵剂(10<sup>10</sup>cfu/ml 以上)：菌种经大规模高密度培养后收集菌体，选用合适的保护剂，采用真空冷冻干燥或热风干燥技术制成的活细胞浓度高、活力强、可直接用于发酵生产的发酵剂。其特点是简化了生产工艺，省去了菌种车间，避免了各厂家微生物技术力量不足而造成的菌种质量不佳的问题。一般用于搅拌型酸奶生产