



# 答案及解析



## 第一章 发酵工程

### 第一节 发酵工程的培养基

#### 刷基础

1. D 【解析】培养基并非必须含有碳源、氮源、生长因子,例如,自养微生物可利用  $\text{CO}_2$  作为碳源,固氮菌可利用空气中的氮气,而大肠杆菌培养基通常不需要额外添加生长因子, A 错误;液体培养基可用于工业生产(如扩大培养),固体培养基可用于观察菌落, B 错误;培养基的 pH 需要根据微生物种类调节, C 错误;微生物生长受营养、pH、氧气(如好氧菌与厌氧菌)、渗透压(如高渗抑制)等多种因素影响, D 正确。

常考点:在培养霉菌时,一般需要将培养基调至酸性;在培养细菌时,一般需要将培养基调至中性或弱碱性

2. B 【解析】该培养基含有碳源、氮源等基本营养成分,但未添加选择剂,无法专一培养大肠杆菌, A 错误;该培养基中含适量琼脂(凝固剂),从物理性质看可能为固体培养基或半固体培养基, B 正确;培养基在调节 pH 后还需要进行灭菌等操作才可以接种使用, C 错误;牛肉膏可作为碳源和氮源物质,葡萄糖可作为碳源物质, D 错误。

3. CD 【解析】以冻牛粪为材料是因为冻牛粪中富含纤维素,含耐低温微生物,可能含有耐低温的纤维素分解菌, A 正确;加富培养基也称营养培养基,即在培养基中加入有利于某些微生物生长和繁殖所需的特殊物质,加富培养基可增加所需分离的微生物的数量,使其形成生长优势,以分离出该种微生物, B 正确;用于筛选的培养基应以纤维素为唯一碳源, C 错误;刚果红染料与纤维素形成红色复合物,培养基中会出现以纤维素降解菌为中心的透明圈,且菌落直径与透明圈直径比值越小,说明分解纤维素的能力越强, D 错误。

4. B 【解析】青霉素能够抑制细菌细胞壁合成,对细菌有杀伤作用,而酵母菌、霉菌等真菌不受影响,故可用含青霉素的培养基分离酵母菌、霉菌等真菌, A 正确;固氮菌能利用空气中的  $\text{N}_2$  合成自身所需氮源,但培养基中仍需添加碳源,其代谢类型为异养型, B 错误;以纤维素为唯一碳源的选择培养基,可以分离出能分解纤维素的微生物, C 正确;一些微生物可以产生乳酸、醋酸或丙酸等代谢产物,将样品微生物培养在添加了溴甲酚紫的培养基中,如果培养基的颜色由紫色转为黄色,说明它们是产酸微生物, D 正确。

5. D

**教材变式** 本题是教材 P9“走进实验室——配制马铃薯葡萄糖琼脂培养基”的变式题。本题以选择题的形式对教材内容进行考查,有助于对相关知识的记忆和巩固,培养知识的迁移应用能力。

【解析】琼脂本身不能作为微生物的碳源,而是作为凝固剂起作用, A 错误;纯培养物是由单一个体繁殖所获得的微生物群体, B 错误;为实现无菌操作,在配制固体培养基时需要先调节 pH,再进行灭菌, C 错误;该培养基中去皮马铃薯的成分复杂,其具体的化学成分不明确,属于天然培养基, D 正确。

### 第二节 发酵工程的无菌技术

#### 刷基础

1. D 【解析】湿热灭菌法是指利用饱和蒸汽进行灭菌的方法,实验需要用到的培养基可以通过湿热灭菌法灭菌, A 正确;

教材链接:教材 P9“配制完成的培养基必须经过灭菌处理才能用于微生物的培养。实验室一般用高压蒸汽灭菌锅进行灭菌。”

实验室中检测培养基是否被污染,一般是在倒平板后对空白培养基进行培养, B 正确;对耐高温的和需要保持干燥的物品,如玻璃器皿(吸管、培养皿等)、金属用具等,可以采用干热灭菌法灭菌, C 正确;接种箱或超净工作台在使用前,可用紫外线照射 30 min 进行消毒, D 错误。

易错点:应该在使用前消毒,而不是使用过程中消毒

2. ABD 【解析】消毒不能杀死所有的微生物,包括孢子和芽孢, A 错误;接种环、涂布器等接种用具的灭菌方式除了灼烧灭菌外,也可用干热空气灭菌, B 错误;为避免杂菌污染,接种等操作尽量在超净工作台上并在酒精灯火焰附近进行,超净工作台台面每次实验前要用 70% 酒精擦拭,然后紫外线消毒 30 min, C 正确;对于一些不耐高温的液体,如牛奶,一般采用巴氏消毒法进行消毒, D 错误。

#### 方法总结 灭菌方法与适用的对象

灼烧灭菌:适用于接种工具、试管口和瓶口等;

干热空气灭菌:适用于玻璃器皿(如吸管、培养皿等)和金属工具等耐高温和需要保持干燥的物品;

湿热灭菌(高压蒸汽灭菌):适用于培养基及容器等遇高温和潮湿不发生变化或损坏的物品。

3. B 【解析】酒精灯火焰附近存在一个无菌区,为避免周围环境中的微生物污染,应将装有培养基的锥形瓶瓶口通过火焰,并在火焰旁将培养基倒入灭菌的培养皿中,且要在酒精灯火焰附近接种,①⑤正确;盛菌种的试管管口通过酒精灯火焰,以防止杂菌污染,②正确;进行平板划线时,在接种前接种环要在火焰上灼烧,待冷却后进行接种,③正确;培养皿不能直接放在火焰上灼烧,④错误,故选 B。



4. A 【解析】步骤①表示倒平板,需要待培养基冷却凝固后再将培养皿倒过来放置, A 错误;步骤①②③需要在酒精灯火焰旁进行,防止杂菌污染, B 正确;接种环在每次接种前和接种结束后都要通过灼烧来灭菌, C 正确;用接种环在平板上划线时注意不能将培养基划破, D 正确。

5. C 【解析】划线操作应在超净工作台上进行, A 正确;除第一次划线外,以后每一次划线的起点是上一次划线的末端,目的是将聚集的菌种逐渐稀释分散,从而得到单菌落, B 正确;有可能在第 5 次划线的区域获得单菌落,也有可能第 4 次划线的区域就得到所需要的单菌落, C 错误;接种前接种环要灼烧灭菌,每次划线后接种环也要灼烧灭菌,图 2 中有 5 次划线,故加上接种前的灼烧,接种环至少需要经过 6 次灼烧灭菌, D 正确。

6. B 【解析】统计样品中活菌数时,应选择稀释涂布平板法接种, A 错误;筛选土壤中目的微生物时要用以几丁质为唯一碳源的培养基,因为在该培养基上生长的微生物可能是能降解几丁质的微生物, B 正确;在以几丁质为唯一碳源的培养基上生长的菌落不一定能分泌几丁质酶,如以几丁质的分解产物为碳源的微生物也可能生存, C 错误;透明圈是相关微生物产生几丁质酶水解几丁质形成的,透明圈直径与菌落直径的比值越大,说明该菌落降解几丁质的能力越强, D 错误。

7. BD 【解析】某些固氮菌不需要培养基提供氮源,也能在以尿素为唯一氮源的培养基上生长,所以培养基应以尿素为唯一氮源,但其上生长的不一定是能分解尿素的细菌, A 错误;由于分解尿素的细菌是异养生物,所以培养一段时间后,培养基的营养成分会减少,由于分解尿素的细菌合成的脲酶可将尿素分解成氨,氨会使培养基的碱性增强, pH 会升高, B 正确;使用后的培养基在丢弃前一定要进行灭菌处理,以免污染环境, C 错误;5 号试管的结果表明每升土壤溶液中的菌株数约为  $(168+175+167) \div 3 \div 0.1 \times 10^6 \times 10^3 = 1.7 \times 10^{12}$  (个), D 正确。

8. B 【解析】图示所用培养基配制完成后应先调节 pH 再进行灭菌,这样可以避免调节 pH 过程中造成杂菌污染, A 正确;本实验中含一定浓度 NaCl 的固体培养基属于选择培养基,因为本实验的目的是要筛选出耐高盐的乳酸菌, B 错误;图

教材链接:教材 P7 “选择培养基是一种能将某种或某类微生物从混杂的微生物群体中分离出来的特殊培养基。”

示泡菜汁稀释了  $10^3$  倍,根据图示数据估算出 10 mL 样品中含有的乳酸菌数量约为  $132 \div 0.1 \times 10^3 \times 10 = 1.32 \times 10^7$  (个),由于当两个或多个细胞连在一起时,平板上观察到的只是一个菌落,因而乳酸菌的实际数量可能大于该估算值, C 正确;利用细菌计数板统计的乳酸菌数可能大于图示方法统计的结果,因为细菌计数板统计的乳酸菌数目中不仅包含活菌,还包含死菌,而图示方法统计的仅仅是活菌且可能比实际数目少, D 正确。

## 刷易错

### ★易错点 土壤中分解尿素的细菌的分离与计数实验分析

#### 9. D

教材变式 本题是教材 P24 “走进实验室——分离土壤中分解尿素的细菌并进行计数”的变式题。教材中详细讲述了相关实验过程;而本题在教材内容基础上考查计数方法及对实验结果的分析,逆向思考导致实验误差的原因,有助于养成严谨的实验习惯。

【解析】甲同学获得的菌落数远大于其他同学,可能是由于所取的土样不同,也可能是由于操作过程中被污染, A 正确;受到污染可能是因为培养基灭菌不彻底,或操作过程中没有保证无菌操作,将甲同学配制的培养基在不加菌液的情况下进行培养作为空白对照,可以证明培养基是否受到污染, B 正确;让其他同学用与甲同学一样的土样进行实验,如果结果与甲同学一致,则可以证明甲同学操作正确, C 正确; B 选项的实验思路遵循了实验的对照原则, C 选项的实验思路遵循了实验的重复原则, D 错误。

易错警示 (1) 该实验取样时用到的铁铲和纸袋都需要预先灭菌。

(2) 稀释土样时,每一次从试管中吸取稀释液前都要充分摇匀,以获得较为准确的计数结果。

(3) 试管和平板在使用前都要做好标记。

## 刷提升

1. A 【解析】一般用湿热灭菌法对培养液进行灭菌, A 错误;易错点:耐高温的和需要保持干燥的物品,如玻璃器皿、金属用具等,可以采用干热灭菌法灭菌

$K_2HPO_4$  和  $KH_2PO_4$  是缓冲物质,能维持培养液的 pH, B 正确;瘤胃纤毛虫生活在胃内,胃内为无氧环境,投喂和换液结束后可充入  $CO_2$ ,其目的是提供无氧环境, C 正确;将等量瘤胃纤毛虫接种到含 10 mL 改良培养液的试管中,与题干相比,增加了 5 mL 改良培养液,其环境容纳量将提高, D 正确。

2. B 【解析】从图中可以看出,甲菌在试管中分布范围小于乙菌,说明了乙菌的运动能力比甲菌强, A 正确;该实验只能证明甲、乙两种菌均能产生硫化氢,但不能说明甲菌和乙菌均可分解、利用硫化氢, B 错误;本实验采用穿刺接种法,不能在液体培养基中进行,所以两支试管中的培养基均不是液体培养基, C 正确;甲、乙菌在培养基内部缺氧的环境下生长,一定不是好氧菌, D 正确。

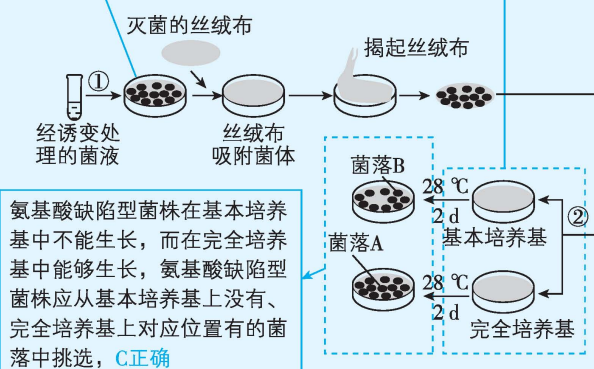
3. B 【解析】应该在接种前对培养基进行高压蒸汽灭菌处理,若接种后再灭菌,大肠杆菌也会被杀死,无法得到作品, A 错误;大肠杆菌适宜在中性至弱碱性环境中生长,所以培养基在灭菌前应将 pH 调为中性至弱碱性, B 正确;低温会抑制微生物的生长,培养成型的作品应低温保存,以免菌株疯长影响整体效果, C 错误;使用接种环接种时,取菌种前和接种后都要将接种环进行灼烧灭菌,而不是湿热灭菌, D 错误。

## 4. ACD

## 题图解读

接种后的菌落均匀分布, 据此推测①过程接种的方法为稀释涂布平板法, **A正确**

进行②过程培养时, 为了防止将完全培养基中特定营养成分带入基本培养基, 应先将丝绒布“复印”至基本培养基上, 再“复印”至完全培养基上, **B错误**



【解析】统计菌落种类和数目应在菌落数目稳定时进行, 为了保证统计结果准确, 应每隔一定时间观察统计一次, 直到各类菌落数目稳定为止, **D正确**。

5. A 【解析】夹层培养法的原理是先在培养皿上倒一层 M. M 培养基, 待凝固后涂布一层经过诱变处理的某种菌液, 其上再倒一层 M. M, 经培养后, 首次出现的菌落标记为 A, 则菌落 A 为野生型, 最后倒一层 C. M 培养基, 则新出现的菌落多数是

突破点: 含有满足营养缺陷型菌株生长的营养成分

营养缺陷型, 即菌落 B, **A错误**; 细菌是原核细胞, 诱变处理可提高突变率, 诱变是为了获得营养缺陷型细菌, **B正确**; 培养基上可以长出菌落, 其为固体培养基, 凝固后可以起到保护、支撑功能, 再倒一层 M. M 培养基可避免菌落被 C. M 培养基冲散, **C正确**; 夹层培养法可用于筛选营养缺陷型细菌, 可为研究细菌代谢路径提供依据, **D正确**。

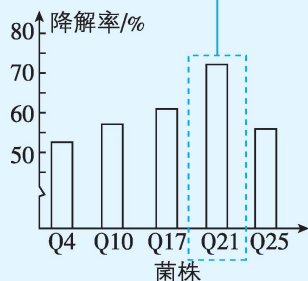
## 6. (1) 柴油 选择

(2) 稀释涂布平板  $6.8 \times 10^8$

(3) Q21 柴油降解的产物积累过多, 抑制细菌生长; 底物和生存空间不足, 细菌停止增殖; 代谢产物积累致细菌死亡

## 题图解读

Q21菌株降解率最高, 故实践中应选用Q21菌株降解柴油



【解析】(1) 本实验的目的是从土壤中分离和筛选出能高效

降解柴油的细菌, 因此分离柴油降解菌的培养基应以柴油为唯一碳源, 这样能够在该培养基上生长的细菌为降解柴油的细菌。从功能上分析, 该培养基为选择培养基。

(2) 平板划线法和稀释涂布平板法是常用的接种方法, 两者的适用范围有所不同, 计数时宜采用稀释涂布平板法进行接种。经统计, 图 1 中 A、B、C 三个平板上的菌落数分别为 66 个、68 个、70 个, 且稀释倍数为  $10^6$ , 故 1 g 土样中的细菌数约为  $(66+68+70) \div 3 \div 0.1 \times 10^6 = 6.8 \times 10^8$  (个)。

(3) 研究小组发现: 从土壤中分离柴油降解菌时, 图 2 中所示的菌株对柴油的降解率均超过 50%。15 °C 条件下, 图 2 的 Q21 菌株细菌数量及对柴油的降解率随时间的变化情况如图 3 所示。图示结果显示 Q21 菌株降解率最高, 因此, 实践中应选用图 2 中的 Q21 菌株降解柴油。由图 3 可知, 在 72~84 h 内, 柴油的降解率基本不变但细菌数量有所下降, 该现象的原因可能是柴油降解的产物积累过多, 抑制细菌生长; 底物和生存空间不足, 细菌停止增殖; 代谢产物积累致细菌死亡等。

## 刷素养

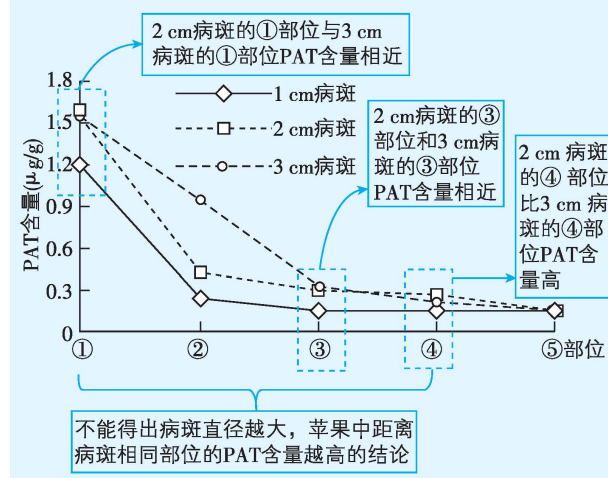
## 7. (1) 培养基 与病斑的距离和病斑的直径

(2) 不能

(3) 未腐烂部位含有一定量的 PAT

(4) 灭菌 防止扩展青霉污染环境和感染操作者

## 题图解读



【解析】(1) 培养基一般含有水、碳源、氮源、无机盐等, 扩展青霉的生长和繁殖需要营养物质, 该实验将扩展青霉菌种接种到苹果上, 这里的苹果相当于微生物培养中的培养基。该实验的自变量是与病斑的距离和病斑的直径。

(2) 见题图解读。

(3) 由实验结果可知, ②~⑤部位没有腐烂, 也检测到了 PAT, 故苹果去除腐烂部位后也不建议食用。

(4) 实验过程中的器材会接触菌种, 所以实验结束后需要对所用到的器材进行灭菌处理, 防止扩展青霉污染环境和感染操作者。



## 专题 1 微生物的分离与计数

## 刷难关

**1. B** 【解析】伊红—亚甲蓝琼脂培养基(EMB 培养基)可用来鉴别大肠杆菌,生长在此培养基上的大肠杆菌菌落呈深紫色,并有金属光泽,A 正确;滤膜法(滤膜孔径小于大肠杆菌)能将样品中的大肠杆菌全部过滤掉,但直径小于滤膜孔径的其他菌会进入滤液,滤液不一定保持无菌状态,B 错误;在微生物培养实验中,设置未接种的培养基作为阴性对照,能够检测培养基灭菌是否合格,从而排除对实验结果的干扰,C 正确;为了避免偶然因素的影响,实验需要对同一样品进行多次检测,取平均值作为最终结果,D 正确。

**2. A** 【解析】肠道缺少氧气,动物肠道中的纤维素降解菌多数为厌氧型细菌,增加溶解氧会抑制这些微生物的增殖,A 错误;该方法以纤维素作为唯一碳源,但纤维素分解菌的生长还需要氮源、无机盐、水等物质,所以还需添加这些物质供纤维素分解菌利用,B 正确;结合图示可知,过程③中纤维素对细菌有高亲和力,有利于纤维素化磁性纳米颗粒黏附细菌,C 正确;该方法分离菌体需要利用纤维素化磁性纳米颗粒吸附细菌,因此该方法分离菌体的效率与细菌的浓度和纤维素化磁性纳米颗粒的粒径、浓度有关,D 正确。

**3. A** 【解析】该实验是为了从厨余垃圾中筛选对抗生素有抗性、能高效降解淀粉的微生物,若在接种前对厨余垃圾浸出液进行高压蒸汽灭菌处理会杀死其中的菌种,导致实验失败,A 错误。常用的微生物接种方法包括稀释涂布平板法和平板划线法,X 培养基为选择培养基,可用稀释涂布平板法将厨余垃圾浸出液接种在 X 培养基上,B 正确。本实验目的是筛选对抗生素有抗性、能高效降解淀粉的微生物,故图中 X 培养基需要以淀粉为唯一碳源并添加抗生素;Y 培养基是液体培养基,用来对筛选的菌种进行扩大培养,其中不含凝固剂琼脂,C 正确。淀粉遇碘变蓝色,X 培养基加入碘液后,能够分解淀粉的菌落周围会出现透明圈,图中降解淀粉最高效的微生物是⑤(菌落大小与其他几个基本相同,但其形成的透明圈最大);不同微生物形成的菌落特征不同,可根据菌落特征初步判断微生物类型,D 正确。

**关键点拨** 淀粉遇碘变蓝色,X 培养基中含有淀粉,在 X 培养基上滴加碘液后培养基变为蓝色。若培养后培养基上的菌落周围形成了透明圈,说明该菌落能分解淀粉;透明圈大小与菌落大小的比值越大,说明微生物分解淀粉的能力越强。

**4. BD** 【解析】大多数杂菌在缺氧、酸性、有酒精的环境下无法繁殖,但上述环境不能抑制所有杂菌,A 错误。根据计算公

式可知,1 L 葡萄酒过滤液的活菌数约为  $(62+68+74) \div 3 \div 0.1 \times$

**教材链接:**教材 P25 “菌落数目在 30~300 的一组平板上一般可以获得单个分解尿素的细菌菌落。通过统计菌落数,可获得每克土壤样品中分解尿素的细菌数。”

$10^4 \times 10^3 = 6.8 \times 10^9$  (个),计数过程中两个或两个以上细胞连在一起时,平板上观察到的只是一个菌落,所以计算所得数目可能比实际值偏小,B 正确。实验者的双手用 75%酒精消毒,不能用 95%酒精消毒;菌种接种过程中,试管口、瓶口要通过火焰灼烧灭菌,C 错误。据图 1、2 可知,甲中没有酵母菌,为对照组,乙、丙、丁挑取不同的菌落培养,丁瓶的活菌数少于乙瓶,但丁瓶中酒精浓度与乙瓶大致相同,说明丁瓶酵母菌产酒精能力比乙瓶强,D 正确。

**5. (1) 角蛋白 琼脂 高压蒸汽灭菌法(或湿热灭菌法)**

**(2) c 稀释涂布平板法 使细菌与营养物质充分接触**

**(3) 单菌落 P1 P1 的透明圈直径与菌落直径的比值最大,降解角蛋白的效果最佳**

**(4) 培养基中角蛋白浓度过高,导致细胞失水,进而抑制菌株的生长和繁殖**

**【解析】**(1)该研究的目的是从堆肥中筛选分离出能高效降解角蛋白的嗜热菌,所以使用以角蛋白为唯一氮源的培养基培养,物质 X 为角蛋白。由图 2 可知,培养基 II 是固体培养基,故物质 Y 为琼脂。培养基在接种前要通过高压蒸汽灭菌法(湿热灭菌法)进行灭菌。

(2)筛选能高效降解羽毛、蹄角等废弃物中角蛋白的嗜热菌,即筛选的目标菌要满足两个条件,既要耐高温又要能够高效降解角蛋白,所以在图 1 中 c 点取样,最可能达到目的。在

**关键点:** c 点堆肥温度较高

固体培养基表面接种微生物常采用平板划线法和稀释涂布平板法,图 2 中出现梯度稀释的步骤,接种的方法为稀释涂布平板法。富集培养时,要将锥形瓶放入 25 ℃恒温摇床,以 100 r/min 的转速振荡培养,目的是使细菌与营养物质充分接触,从而有利于微生物生长和繁殖。

(3)经过图 2 操作后,挑取单菌落进行扩大培养,培养基上透明圈意味着角蛋白被降解,透明圈直径与菌落直径的比值越大,说明该菌株对角蛋白的降解效果越好,由图 3 可知,应选用 P1 菌种。

(4)在筛选过程中,若培养基中角蛋白浓度过高,可能会导致细胞失水,进而抑制菌株的生长和繁殖。

**6. (1) 稀释涂布平板法 不能 平板上的菌落数量过少,计数应选择某稀释度下菌落数量为 30~300 的平板**

**(2) 以尿素为唯一氮源 c、e**

**(3) 乙 乙自身代谢过程中不产生  $\text{NH}_3$ ,而且能够分泌脲酶抑制剂抑制粪便中其他微生物产生  $\text{NH}_3$**

**【解析】**(1)A 平板上菌落均匀分布,因此可以判断过程①的



### 第三节 传统发酵技术和产品

## 刷基础

接种方法为稀释涂布平板法。计数应选择某稀释度下菌落数量为 30~300 的平板,而 A 平板的菌落数量过少,因此该结果不能用来计数培养液中菌株的数量。

(2)过程②是采用灭菌绒布在 A 平板的菌落上按一下,然后将绒布印在 B 平板上进行接种培养,这种方法为影印法。与 A 平板(完全培养基)相比,B 平板(选择培养基)培养基在成分上的不同之处是以尿素为唯一氮源,通常只有能利用尿素的微生物才能在该平板上生长。本实验是筛选不能利用尿素的菌株,根据图 2 中的结果,不能在以尿素为唯一氮源的培养基上生长,而能在牛肉膏蛋白胨培养基上生长的菌株 c、e 可用于后续的实验。

(3) 养殖场的粪便中应添加菌株乙, 理由是菌株乙自身代谢过程中不产生  $\text{NH}_3$ , 而且能够分泌脲酶抑制剂抑制粪便中其他微生物产生  $\text{NH}_3$ 。因此, 添加菌株乙可以降低粪便中  $\text{NH}_3$  的浓度, 从而改善畜禽的生长环境。

7. (1) 长期有塑料污染 聚乙烯 使微生物快速繁殖(扩大培养) 既能防止皿盖上的水珠滴落到培养基上影响菌落生长及形态,又能避免培养基表面的水分蒸发过快

(2)⑤ 涂布不均匀

(3)合适 当培养液中菌体数量为  $4 \times 10^{11}$  个/L、稀释倍数为  $10^6$  时,平板上菌落平均数为 40,在 30~300 之间

(4) C D

【解析】(1)若想找到能分解塑料的微生物,应从长期有塑料污染的地方采集土壤。为筛选出高效降解塑料制品的细菌,富集培养基和 X 培养基都需要以聚乙烯作为唯一碳源。富集培养基不添加琼脂,是液体培养基,其主要目的是使微生物快速繁殖。平板培养时,一般需要将平板倒置,防止皿盖上的水珠落入培养基,影响菌落生长及形态,同时避免培养基表面的水分蒸发过快。

(2)透明圈直径与菌落直径的比值越大,说明该菌的降解能力越强,所以应选择 X 培养基中的⑤接种到 Y 培养基中进行培养。由图 2 可知,该平板是利用稀释涂布平板法进行接种的,但是菌落分布不均匀,推测该同学接种时可能的不规范操作是涂布不均匀。

(3) 在实际操作中,通常选用一定稀释度的样品液进行涂布,以保证获得菌落数为 30~300、适于计数的平板。已知培养液中活菌数为  $4 \times 10^{11}$  个/L 时分解效率最高,假设在  $10^6$  稀释倍数下平板上菌落平均数为  $C$  个,可列等式  $\frac{C}{0.1} \times 10^6 \times 10^3 = 4 \times$

10<sup>11</sup>，求得 C 为 40，在 30~300 之间，故该稀释倍数符合要求。

(4) 灭菌方法有干热空气灭菌、湿热灭菌、灼烧灭菌等，其中，培养皿可用干热空气灭菌，涂布器需要灼烧灭菌，培养基需要湿热灭菌（或高压蒸汽灭菌）。

**1. B** 【解析】发酵是利用微生物的代谢活动获得所需产物的过程,微生物的代谢方式并不局限于无氧呼吸,有些发酵过

→ **教材链接**: 教材 P28 “传统发酵是利用天然微生物的代谢活动制造或生产某些产品的过程。”

程中微生物进行有氧呼吸,例如醋酸发酵所利用的醋酸菌是好氧菌,进行有氧呼吸,**A 错误**;传统发酵利用的是天然菌种,菌种差异(不同的菌种发酵特性不同,产生的代谢物种类和含量有别)、不明杂菌(杂菌会与发酵菌种竞争营养物质,还可能产生影响发酵食品品质的物质)等因素的存在,往往会造成传统发酵食品的品质不一,**B 正确**;不同发酵产品所用原料可能相同,例如,同样以葡萄糖为原料,在有氧条件下可进行醋酸发酵,在无氧条件下可进行酒精发酵,**C 错误**;传统发酵技术通常是利用原料中天然存在的微生物进行发酵,一般不需要人为严格控制发酵条件,如家庭制作泡菜等,**D 错误**。

**突破点:** 与现代发酵工程相比, 传统发酵技术对发酵条件的控制不那么精准和严格

**2. ABC** 【解析】在榨汁前对葡萄的处理是先清洗葡萄再去除枝梗,这样能够防止去除枝梗时露出的果肉被杂菌污染, **A 正确**;密闭装置发酵过程中,在一定时间内,随着发酵的进行,酵母菌数量和酒精含量逐渐增大,在发酵后期酒精含量趋于稳定, **B 正确**;若葡萄酒偏酸,可能是装置密闭不严导致空气进入,醋酸菌在有氧条件下进行醋酸发酵产生了醋酸, **C 正确**;在葡萄酒的自然发酵过程中,起主要作用的是附着在葡萄皮上的野生型酵母菌,因此“蒲桃、蜜等酒独不用曲”并不是说葡萄酒的酿制不需要微生物, **D 错误**。

**3. C** 【解析】图甲装置中, 阀门 a 控制进气, 阀门 b 控制排气, 用该装置制作果酒时, 由于发酵前酵母菌进行有氧呼吸快速繁殖, 所以开始时阀门 a、b 应打开; 发酵中阀门 a 始终关闭, 而在发酵过程中会产生  $\text{CO}_2$ , 所以要每隔一段时间打开阀门 b, 以排出装置中的  $\text{CO}_2$ , **A 错误**。由于果醋制作所需的微生物是醋酸菌, 醋酸菌是好氧细菌, 所以制作果醋时阀门 a 要始终打开, **B 错误**。图乙中的过程①可以表示酵母菌细胞呼吸第一阶段, 过程②可以表示酵母菌无氧呼吸的第二阶段, 二者都可在缺氧条件下进行, **C 正确**。过程③表示有氧呼吸的第二、三阶段, 反应场所是酵母菌的线粒体, 该过程需要  $\text{O}_2$  的参与; 过程④表示以乙醇为底物的果醋发酵, 该过程发生在细胞内 (醋酸菌无线粒体), 需要  $\text{O}_2$  的参与, **D 错误**。

4. (1) ①酸性重铬酸钾溶液 ②打开 30~35 ③ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{酶}} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{能量}$

## (2) 氨基酸

(3)支持同学 A 的观点,因为乳酸菌代谢过程中不产生气体



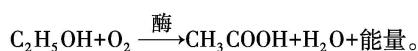
**教材变式** 本题是教材 P32“本节练习”应用题的变式题。

教材中给出一个简易发酵装置示意图,分析该装置中一些结构的作用及用于制作果酒或者果醋的区别;本题在教材基础上,利用该装置图考查果酒、果醋的酿制过程,考查较综合,同时培养知识的迁移应用能力。

**【解析】**(1)①酒精可用酸性重铬酸钾溶液进行鉴定,酒精可在酸性条件下使重铬酸钾由橙色变成灰绿色。②参与果醋制作的微生物是醋酸菌,其代谢类型是异养需氧型,若利用图 2 所示装置制作果醋,制作过程中充气口应打开,发酵温度为 30~35℃。③当氧气、糖源都充足时,醋酸菌将糖分解

**常考点:** 果酒发酵的适宜温度为 18~25℃,果醋发酵的适宜温度为 30~35℃,果醋发酵温度高于果酒发酵温度

成醋酸;当缺少糖源时,醋酸菌将乙醇转化为乙醛,再将乙醛转化为醋酸。利用苹果酒制作苹果醋的反应简式是



(2)制作腐乳主要利用了毛霉等真菌,因为毛霉能产生蛋白酶和脂肪酶等水解酶,它们能将蛋白质和脂肪等水解,产生小分子的肽、氨基酸、甘油、脂肪酸等,故腐乳含有丰富的氨基酸、小分子肽、甘油和脂肪酸等小分子物质。

(3)市场上购买的真空包装酸菜,在没有漏气的状态下发生了“胀袋”现象,而乳酸菌为严格的厌氧型微生物,其无氧呼吸的产物为乳酸,没有气体产生,故“胀袋”是杂菌污染产生气体所致,即同学 A 的观点合理。

**5. A 【解析】**发酵前不能对白菜进行灭菌处理,否则会杀死白菜表面的乳酸菌而无法发酵, **A 错误**;煮沸所用盐水的目的是杀灭杂菌和除去部分溶解氧, **B 正确**;在发酵过程中影响亚硝酸盐含量的因素有温度、食盐用量和腌制时间等,食盐用量会影响发酵进程,对酸菜口感、口味造成影响,所以食盐的用量不仅影响酸菜的口感,还会影响其中亚硝酸盐的含量, **C 正确**;酸菜发酵过程中,乳酸含量的变化趋势是先增加后维持相对稳定,而亚硝酸盐含量先增加后减少,二者的变化趋势并不完全相同, **D 正确**。

**6. D 【解析】**酸笋制作过程中产酸的菌种主要是乳酸菌,利用了乳酸菌的无氧呼吸,乳酸菌的代谢类型是异养厌氧型, **A 正确**;**“清水过面”能阻挡空气进入,从而创造无氧环境,抑制需氧型杂菌繁殖,减少杂菌污染, B 正确**;上一批次的发酵液含有乳酸菌,在制作酸笋时若加入上一批次的发酵液可加速发酵进程, **C 正确**;酸笋腌制过程中使用的主要菌种是乳酸菌,加入抗生素会抑制乳酸菌的生长,导致发酵无法正常进行,所以不能加入抗生素, **D 错误**。

**7. A 【解析】**乳酸菌发酵可将部分蛋白质分解为小分子肽和氨基酸,更易被人体消化吸收, **A 正确**;在封闭的发酵环境中,营养和空间有限,两种菌的数量不会持续增加,最终会进入稳定期或衰亡期, **B 错误**;抗生素会抑制或杀死乳酸菌,导致发酵失败, **C 错误**;保加利亚乳杆菌属于乳酸菌,乳酸菌为厌氧菌,通入氧气会抑制其代谢活动, **D 错误**。

**8. ABD 【解析】**过程①可将鲜奶放置于 80℃ 恒温水浴箱中

15 min,或将牛奶加热至 90℃,保温 5 min, **A 正确**;过程②加入酸奶,酸奶中含有乳酸菌等发酵菌种,加入酸奶就相当于接种了发酵菌种,为后续的发酵过程提供了必要的微生物, **B 正确**;过程③是密封发酵,乳酸菌是厌氧菌,在无氧条件下才能将葡萄糖分解为乳酸(产物中没有气体),从而制作出酸奶,故过程③不需要拧松瓶盖, **C 错误**;过程④低温环境可以抑制乳酸菌等微生物的生长和繁殖,使发酵停止,防止酸奶继续发酵导致酸度过高,影响酸奶的口感和品质, **D 正确**。

## 刷易错

★易错点 对传统发酵技术中主要菌种辨析不清

**9. D 【解析】**参与果酒发酵的微生物主要是酵母菌,参与果醋发酵的微生物主要是醋酸菌,两者都属于单细胞生物, **A 正确**;参与果酒发酵的微生物主要是酵母菌,参与腐乳制作的微生物主要是毛霉,两者都属于真核生物, **B 正确**;醋酸菌和毛霉的代谢类型都是异养需氧型, **C 正确**;制作果酒和果醋的过程中,发酵液的 pH 均降低, **D 错误**。

## 易错警示

在果酒和果醋的制作过程中,利用的主要菌种分别是酵母菌(单细胞真核生物)和醋酸菌(单细胞原核生物)。而腐乳的制作过程中,利用了多种微生物,包括酵母菌、曲霉和毛霉等,其中起主要作用的是毛霉。这些微生物在生物分类、代谢类型和发酵条件等方面有差异,比较如下表:

	酵母菌	醋酸菌	毛霉
生物类型	真核生物	原核生物	真核生物
代谢类型	异养兼性厌氧型	异养需氧型	异养需氧型
发酵条件	前期需氧,后期无氧	一直需氧	一直需氧
生产应用	酿酒	酿醋	制作腐乳

## 刷提升

**1. B 【解析】**腐乳制作中添加的香辛料既能调节色泽、风味又具有防腐杀菌的作用,各地腐乳的色泽、风味各不相同可能与腌制过程中添加的香辛料不同有关, **A 正确**;豆腐发酵过程中既有毛霉等霉菌参与,也有酵母菌参与, **B 错误**;腐乳制作所用的菌种主要来源于空气中天然存在的微生物, **C 正确**;腐乳易于消化吸收的原因之一是毛霉等微生物产生的蛋白酶能将豆腐中的蛋白质分解成小分子的肽和氨基酸, **D 正确**。

**教材链接:** 教材 P33 “在发酵过程中,毛霉分泌蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶等多种酶,这些酶与其他微生物协同作用,使腐乳坯中的各种营养物质生成氨基酸和多种有机酸等。”

**2. C 【解析】**米曲霉是好氧菌,第 0~2 天溶解氧逐渐下降,说明米曲霉代谢旺盛,它可分泌蛋白酶等酶类,蛋白酶能水解大豆中的蛋白质, **A 正确**;第 2 天加入酵母菌,第 2 天溶解氧含量为 0,第 2~5 天酵母菌占主导地位,进行无氧呼吸产生  $\text{CO}_2$ ,导致 pH 下降, **B 正确**;第 5 天加入乳酸菌,乳酸菌无氧呼吸产生乳酸,使得 pH 下降,第 5~8 天 pH 回升可能是其他微生物代谢活动增强所致, **C 错误**;发酵过程氧气含量不断下降,依次添加



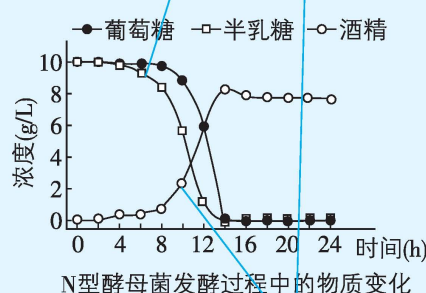
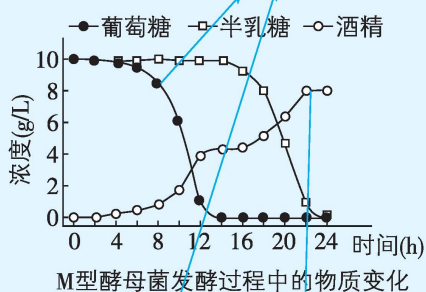
好氧菌、兼性厌氧菌和厌氧菌,各阶段菌种添加顺序体现发酵条件对微生物种类的选择,D正确。

3. AC 【解析】该实验的自变量为发酵时间和食盐溶液浓度,因变量为亚硝酸盐含量,A正确;由图可知,发酵第5天时,三组泡菜的亚硝酸盐含量均较高,不宜此时食用,B错误;用沸水短时间处理萝卜条,可消灭表面杂菌,而陈泡菜水中含有一定的乳酸菌,再加入一些陈泡菜水可以缩短腌制时间,C正确;据图分析,5%食盐溶液条件下,亚硝酸盐含量的峰值高于3%食盐溶液,并不是食盐溶液的浓度越高,亚硝酸盐含量的峰值越低,D错误。

4. D

#### 题图解读

M型酵母菌发酵过程中,葡萄糖含量先下降,说明M型酵母菌优先利用葡萄糖;N型酵母菌发酵过程中,半乳糖含量先下降,说明N型酵母菌优先利用半乳糖,C正确



M型酵母菌发酵时,大约22 h后酒精浓度达到峰值,而N型酵母菌发酵时,大约14 h酒精浓度即达到峰值,且两者峰值大致相等,故N型酵母菌生产酒精的效率更高,D错误

【解析】乳糖的水解产物是葡萄糖和半乳糖,两者均是还原糖,还原糖在水浴加热条件下可以与斐林试剂发生反应产生砖红色沉淀,A正确;发酵后期,糖源(葡萄糖和半乳糖)消耗完,酵母菌停止发酵,导致酒精浓度保持不变,B正确。

5. (1) 排出  $\text{CO}_2$  避免空气中其他微生物进入发酵装置 18~25 (2) 不需要 青梅果皮上附着有酵母菌  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + \text{能量}$  (3) 20 下降 糖浓度过高导致青梅果浆的渗透压过高,使酵母菌因失水而数量减少、代谢活动减弱 (4) 青梅泡酒会将青梅中有机物溶解在酒精中,青梅酿酒是利用微生物发酵产生酒精(合理即可)

【解析】(1)在果酒发酵过程中,酵母菌进行无氧呼吸产生酒精和  $\text{CO}_2$ ,安置排气口是为了排出发酵过程中产生的  $\text{CO}_2$ 。

排气口通过长而弯曲的胶管与瓶身连接,这样可以避免空气中其他微生物进入发酵装置(或防止被空气中的微生物污染)。在无氧条件下,酵母菌进行酒精发酵,适宜温度一般是18~25℃。

(2)传统家庭制作青梅酒时,一般不需要添加酵母菌菌种,因为青梅果皮上附着有野生型酵母菌。酵母菌利用葡萄糖产生酒精的反应简式为  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + \text{能量}$ 。

(3)由图2可知,果浆中初始糖浓度为20%时,感官评分最高,即此时制作的青梅酒品质最好。初始糖浓度达到一定值后,青梅酒的酒精度随初始糖浓度的增加而降低,原因可能是糖浓度过高导致青梅果浆的渗透压过高,使酵母菌因失水而数量减少、代谢活动减弱,影响了酒精的产生。

(4)青梅酿酒是利用酵母菌的无氧呼吸将糖类转化为酒精,是一个发酵过程;而青梅泡酒是物质的溶解和浸出过程,无微生物的代谢活动参与。

6. (1) 没有

(2) BL 和 ST 无氧呼吸产生乳酸,导致 pH 下降 促进 ST 能够快速产酸而迅速降低 pH,为 BL 创造适宜的生长环境,而 BL 为 ST 提供生长因子或抑制有害菌生长

(3) 发酵产品中存在有活性的益生菌,可继续进行发酵 发酵乳应在低温下保存并在保质期内食用

【解析】(1)唾液链球菌(ST)为细菌,动物双歧杆菌(BL)也为细菌,二者均属于原核生物,没有以核膜为界限的细胞核。(2)三组实验在发酵终点 pH 都降低的细胞学原理是 BL 和 ST 无氧呼吸产生乳酸,导致 pH 下降。由图 b 可知,复合发酵组内两种菌的数目均高于单菌发酵组,故复合发酵时两种菌株的生长相互促进,结合图 a 分析具体机制可能是 ST 能够快速产酸而迅速降低 pH,为 BL 创造适宜的生长环境,而 BL 为 ST 提供生长因子或抑制有害菌生长。

(3)发酵产品的 pH 在一段时间后仍会出现一定程度的下降,出现这种变化的原因是发酵产品中存在有活性的益生菌,可继续进行发酵,这对于发酵乳的保存和食用的启示是发酵乳应在低温下保存并在保质期内食用。

#### 刷素养

7. D 【解析】“坛口上覆一盖,浸于水中”的目的是阻止空气进入坛内,有利于保持坛内的无氧环境,A正确;“泡菜之水,用花椒和盐煮沸”的目的包括改善泡菜味道,减少水中的溶氧量,消毒杀菌以防止杂菌污染,B正确;泡菜的制作离不开乳酸菌,乳酸菌的代谢类型是异养厌氧型,发酵过程中,乳酸菌无氧呼吸会产生乳酸,C正确;坛盖边沿有气泡冒出是因为有其他菌种细胞代谢活动产生气体,乳酸菌进行无氧呼吸,不产生气体,D错误。

### 第四节 发酵工程及其应用

#### 刷基础

1. B 【解析】空气需要经灭菌处理(如过滤除菌)后进入发酵罐,防止杂菌污染,A正确;冷却水应下进上出,确保充分带走热量,若上进下出则无法有效散热,B错误;搅拌器可使菌



体与培养液充分接触,促进发酵过程,C 正确;观察孔用于实时监测发酵液状态(如泡沫、颜色),D 正确。

2. AC 【解析】扩大培养的目的是增加菌种数量,通常使用液体培养基,而固体培养基主要用于菌种分离、纯化和保藏,A 错误;若发酵产品是微生物细胞(如单细胞蛋白),可通过过滤、沉淀等方法将菌体分离和干燥,若产品是代谢产物,可根据产物的性质采取适当的提取、分离和纯化措施来获得产品,B 正确;谷氨酸棒状杆菌发酵产生谷氨酸的适宜条件是中性和弱碱性环境,酸性条件下可能会抑制菌体代谢或导致产物降解,无法有效获得谷氨酸,C 错误;发酵工程的产品不仅包括微生物的代谢产物(如抗生素、氨基酸等),还包括微生物细胞本身(如酵母菌、乳酸菌等菌体用于食品或饲料),D 正确。

### 3. D

**教材变式** 本题是教材 P44“本章练习”第 2 题的变式题。

教材中考查设计生产青霉素的简要发酵工程流程图,考查方式灵活开放;本题给出该发酵工程流程图,以选择题形式对发酵工程的重要环节进行考查,既是对教材内容的补充,也是对重点知识的强化练习。

【解析】制备培养基时,除了添加必要的营养成分外,还需要将 pH 调至酸性,A 错误;发酵罐内发酵是整个发酵过程的中

易错点: 在培养细菌时,一般需要将培养基调至中性或弱碱性

心环节,接种之前的过程①②都属于扩大培养,B 错误;待发酵结束后,采用过滤、沉淀等方法将菌体分离,C 错误;过程③

易错点: 提取、分离和纯化等措施一般用来提取代谢产物

需要严格灭菌,因为被杂菌污染后,某些杂菌可能会分泌青霉素酶将青霉素分解,导致青霉素产量下降,D 正确。

4. D 【解析】在发酵过程中,要随时检测培养液中的微生物数量、产物浓度等,以了解发酵进程,D 错误。
5. B 【解析】酱油是以大豆为主要原料,利用产生蛋白酶的霉菌(如黑曲霉),将原料中的蛋白质水解成小分子的肽和氨基酸,然后经淋洗、调制而成的,A 正确。青霉素产生菌是需氧型的,科学家在厌氧发酵技术的基础上,建立了深层通气液体发酵技术,使青霉素生产实现了工业化,B 错误。谷氨酸棒状杆菌在中性和弱碱性条件下发酵可以获得谷氨酸,谷氨酸经过一系列处理能够制成味精,C 正确。绝大多数酶制剂是通过发酵工程生产的,具有酶的特性,使用时要考虑酶制剂的使用量、底物的种类、适宜的温度和 pH 等,D 正确。

## 第一章素养检测

### 刷速度

1. C 【解析】在酱菜发酵初期,由蔬菜带入的酵母菌等微生物较为活跃,它们可进行发酵,发酵产物中有二氧化碳,如果酱菜坛装得太满,发酵液可能会溢出,A 错误。乳酸菌无氧呼吸产生乳酸,不会产生二氧化碳,B 错误。乳酸自然发酵属于利用混合菌种进行的传统发酵技术,其生产周期较长,C 正确。抗生素能够抑制乳酸菌的生长和繁殖,不利于发酵,所以不能加入抗生素,D 错误。

2. C 【解析】该方法依据的原理是醋酸菌在氧气充足、糖源不足时可将酒精(乙醇)转化为醋酸(乙酸),A 正确;加水的目的是对酒进行稀释,避免酒精浓度过高杀死醋酸菌,B 正确;“衣”位于变酸的酒表面,主要是由空气中的醋酸菌大量繁殖形成的,C 错误;醋酸菌是好氧菌,现代发酵制醋时常进行通气搅拌,目的是增加培养液中的溶解氧,以利于醋酸菌生长,D 正确。

3. D 【解析】培养基配方中含有凝固剂琼脂,因此该培养基为固体培养基,应该先对培养基进行高压蒸汽灭菌再倒平板,A 错误;牛瘤胃中高度缺氧,所以该培养基应在无氧条件下培养,B 错误;酒精灯外焰温度更高,灼烧灭菌时使用酒精灯的外焰效果更好,C 错误;尿素分解菌能够合成脲酶,催化尿素分解产生  $\text{NH}_3$ ,导致培养基 pH 升高,使酚红指示剂呈现红色,所以可以使用酚红指示剂进行菌种的初步鉴定,D 正确。

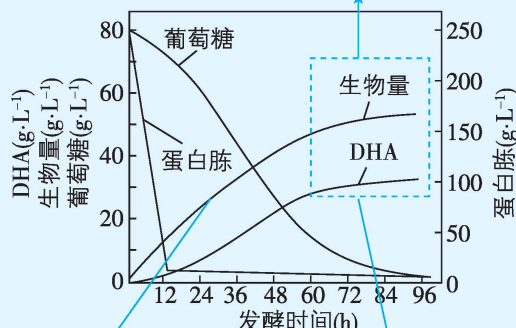
4. A 【解析】嗜盐单胞菌是一类嗜盐微生物,能够在高 pH、高盐 and 高温等极端条件下生长,所以使用嗜盐单胞菌能够节约淡水资源,还能建立抗杂菌污染的开放式发酵系统,A 正确;题图用嗜盐单胞菌发酵产生 PHA 时有提供空气,B 错误;发酵工程与传统发酵技术都需要利用微生物来进行发酵,发酵工程应用无菌技术获得纯净的微生物,大多利用单一菌种,传统发酵技术利用天然的混合菌种,C 错误;PHA 是嗜盐单胞菌的代谢产物,在发酵后应采取适当的提取、分离和纯化措施来获得产品,采用过滤、沉淀等方法得到的是菌体,D 错误。

5. B 【解析】抑菌圈实验要保证单一变量,两种目标菌的接种量为无关变量,两个琼脂平板应接种等量两种目标菌,A 正确;图示细菌分离时的接种方法是稀释涂布平板法,可用于微生物的分离和计数,B 错误;抑菌圈直径与菌落直径的比值越大,抑菌效果越好,图中 b 与 a 的抑菌圈直径相同,但 b 的菌落直径明显小于 a,故 b 抑制效果优于 a,C 正确;测定培养液对真菌生长和繁殖的抑制效果,可以直观了解目标菌的抑菌活性,能评估目标菌抑菌效果,D 正确。

### 6. ACD

#### 题图解读

在一定范围内,DHA 的产量随着发酵进程逐渐增加,生物量也随着发酵进程逐渐增加,它们的变化呈正相关,A 正确



注: 生物量为每升发酵液中的细胞干重

生物量曲线的斜率随着发酵的进行不断减小,生物量增长速率逐渐减小,B 错误

生物量与DHA的产量呈正相关,温度和溶解氧影响微生物的生长和繁殖,进而影响DHA的产量,D 正确



【解析】DHA 是一种不饱和脂肪酸,含 C、H、O 不含 N,在 12~60 h, DHA 的合成对碳源的需求高,几乎不需要氮源, C 正确。

7. AC 【解析】由题干可知,亮氨酸缺陷型突变株无法在基本培养基上生长,但是可以在完全培养基上生长,与 A 相比, B 中缺少了 3、5 两个菌落,说明 3、5 菌落是亮氨酸缺陷型突变株繁殖而来的,故 A 为完全培养基, B 为基本培养基,可以从培养基 A 中挑取菌落 3、5 进行纯化培养, A、C 错误;在基本培养基中添加亮氨酸,则亮氨酸缺陷型突变株可以生长繁殖形成菌落,即制成了有利于其生长的完全培养基, B 正确;若要影印多个平板,要注意“盖章”的方向不能改变,防止菌落位置不一致,无法进行比较, D 正确。

8. (1) 增加与红曲霉的接触面积 不需要 随着发酵过程的进行,酒精逐渐积累,大多数杂菌对酒精不耐受,生命活动受到抑制 醋酸菌

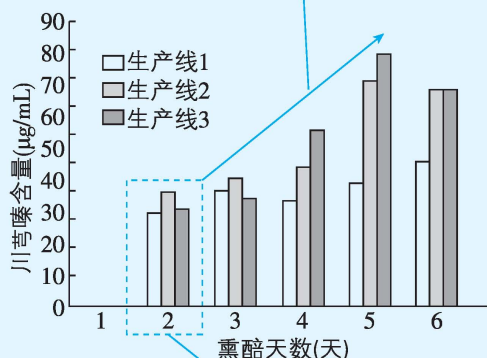
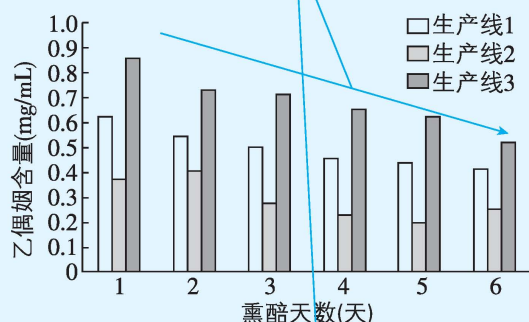
(2) 氧气和糖源都充足 酒精

(3) 氧气、营养物质、pH

(4) 熏醅阶段第 2 天 相反 川芎嗪可能是由乙偶姻转化而来的

#### 题图解读

熏醅阶段的第 1~5 天,随着熏醅的进行,乙偶姻含量整体呈下降趋势,川芎嗪含量整体呈增加趋势,乙偶姻与川芎嗪的含量变化趋势相反,据此可推测川芎嗪可能是由乙偶姻转化而来的



生产线1、2、3都在熏醅第2天出现川芎嗪,因此川芎嗪最早产生于熏醅阶段第2天

【解析】(1) 由题意可知,膨化处理是指将粮食加入密闭容器中,加热加压后突然减压,粮食中的水分汽化膨胀,使其出现许多小孔,变得酥脆,这有利于加大粮食与红曲霉的接触面积,使发酵更充分。酿制粮食酒时,不需要对主粮进行严格

的消毒处理,原因是随着发酵过程的进行,酒精逐渐积累,大多数杂菌对酒精不耐受,生命活动受到抑制。甜醋发酵时,发酵液的液面经常观察到一层明显的菌膜,该膜是由醋酸菌繁殖而成的。

(2) 利用醋酸菌获得醋酸的条件有两种情况,一是在氧气和糖源都充足时,将糖分解成醋酸;二是在糖源不充足时,也可以利用酒精生成醋酸。

关键点: 醋酸菌是好氧细菌,当  $O_2$ 、糖源都充足时能通过复杂的化学反应将糖分解成乙酸;当缺少糖源时则直接将乙醇转化为乙醛,再将乙醛变为乙酸

(3) 在陈醋的酿造过程中,起主导作用的是醋酸菌,成熟醋醅中乳酸菌的种类明显减少,主要原因是发酵后期氧气、营养物质、pH 等环境因素的变化(如 pH 降低,营养物质缺乏等),使部分乳酸菌的生长繁殖受到抑制,从而淘汰了部分种类乳酸菌。

(4) 见题图解读。

9. (1) 酵母膏、蛋白胨 琼脂

(2) 9 获得菌落数量合适的平板,并排除偶然因素造成的误差  $1.7 \times 10^8$

(3) 将聚集的菌种逐步稀释分散获得单菌落 杀死接种环上的微生物 6 倒置

(4) RY1 酒精转化率高、酒精耐受力强

【解析】(1) 酵母膏和蛋白胨营养丰富,含有糖、有机氮、维生素等,所以酵母膏和蛋白胨可以为酵母菌提供碳源、氮源、维生素等,而葡萄糖能够提供碳源,不能提供氮源。过程②用的是液体培养基,过程③使用的是固体培养基,所以过程③的培养基比过程②的培养基多了琼脂。

(2) 获得纯净的微生物培养物的关键是无菌技术,因此梯度稀释时应使用无菌水,先分别向 A、B、C 三支试管中加入 9 mL 无菌水,再依次加入酵母菌培养液或稀释液 1 mL,摇匀。取多种稀释倍数的酵母菌培养液 0.1 mL 分别接种到多个平板上,这样做的目的是获得菌落数量合适的平板,并排除偶然因素造成的误差。根据科研人员统计的数据进行计算,1 mL 酵母菌培养液中含有的酵母菌数量约为  $(152+161+179+188) \div 4 \div 0.1 \times 10^5 = 1.7 \times 10^8$  (个)。

(3) 接种时,利用平板划线法可将聚集的菌种逐步稀释分散获得单菌落,需要用接种环在固体培养基的表面多次连续划线;每次划线前和全部划线结束后都要对接种环进行灼烧,以杀死接种环上的微生物。图中过程④共进行 5 次划线,所以需要对接环进行灼烧的次数为 6 次。为避免冷凝水滴落到培养基上,也避免培养基表面水分蒸发过快,划线后应将培养皿倒置,放入恒温培养箱中培养。

(4) 由题表可知,经 RY1 发酵的杨梅酒酒精度最高,总糖最少,酒精转化率高,由图 2 可知,RY1 对酒精的耐受力最强,所

关键点: 不同酒精含量下,RY1 的菌体数量相对值均最高

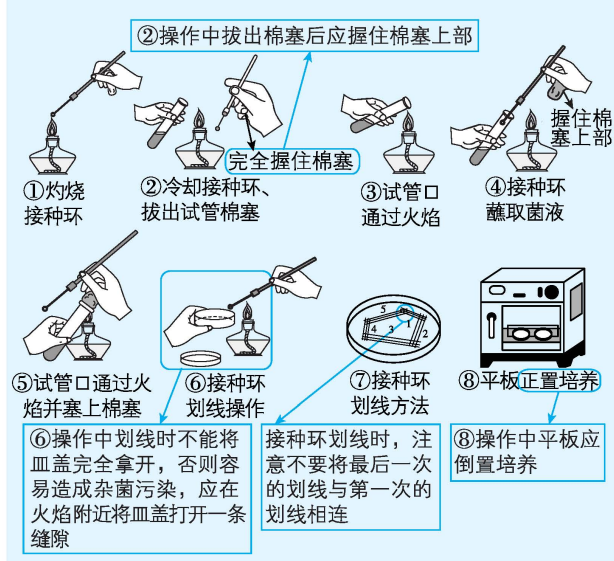
以最适于杨梅果酒发酵的是 RY1。

## 第一章 高考强化

## 刷真题

## 1. D

## 题图解读



【解析】由题图解读可知, ①③④⑤操作正确, D 符合题意。

2. ACD 【解析】腐烂的叶片含有丰富的有机碳, 而隐甲藻是异养型的微藻, 多在海水中腐烂的植物叶片上生长繁殖, 据此可知隐甲藻可从腐烂的叶片获得生长必需的碳源, A 正确; 海水中腐烂的叶片上有隐甲藻, 经湿热灭菌后会将隐甲藻杀死, 故不能进行湿热灭菌处理, B 错误; 抗生素可抑制细菌的增殖, 对隐甲藻不起作用, 因此选择培养基中可加入抗生素, 以减少杂菌生长, C 正确; 由于隐甲藻是好氧的真核微藻, 故适当提高发酵时的通气量和搅拌速率可增加溶氧量, 促进隐甲藻的增殖和代谢, 从而提高 DHA 产量, D 正确。

常考点: 湿热灭菌指利用沸水、流通蒸汽或高压蒸汽进行灭菌的方法。培养基常用高压蒸汽灭菌法进行灭菌

常考点: 提高通气量和搅拌速率, 可提高培养液的溶氧量, 促进好氧生物的细胞呼吸, 有利于其生长繁殖

3. C 【解析】平板划线法主要用于微生物的分离和纯化, 不能用于测定活菌数, 测定活菌数常用稀释涂布平板法, A 错误; Y 菌组微塑料残留率较高, 说明 Y 菌对微塑料的降解能力相对较弱, 而不是菌浓度高, B 错误; 由图可知, X+Y (混合菌种) 组的微塑料残留率低于 X 菌组和 Y 菌组, 说明混合菌种对微塑料的降解能力高于单一菌种, C 正确; 该培养基中含有蛋白胨 (能提供碳源和氮源等), 能在该培养基中生长繁殖的微生物不一定都能降解微塑料, D 错误。

4. (1) 显微镜直接计数法统计细菌总数, 菌落计数法只统计活菌数

(2) 5 000

(3) 灭菌 避免高温杀死细菌

(4) A 相同处理时间下使用 A 后活细菌减少量最大; 使用 A 达到活细菌减少量最大时所用时间最短

(5) 黑 (或深紫)

【解析】(1) 显微镜直接计数法无法区分活细菌和死细菌, 计数时均会计算在内, 而菌落计数法需要先对细菌进行培养, 只有活菌才可以在培养基上生长并形成单菌落, 且当两个或多个细胞连在一起时, 平板上观察到的只是一个菌落, 故显微镜直接计数法测得的细菌数量大于菌落计数法。

(2) 从 100 mL 细菌原液中取 1 mL 加入无菌水中得到 10 mL 稀释菌液, 稀释倍数为 10, 再从稀释菌液中取 200  $\mu$ L (即 0.2 mL) 涂布平板, 菌落计数的结果为 100 个, 则可据此推算细菌原液中细菌浓度为  $100 \div 0.2 \times 10 = 5\,000$  (个/mL)。

(3) 用涂布法接种微生物时, 为避免杂菌污染, 需要先将涂布器在酒精灯上灼烧灭菌, 冷却后再进行涂布, 防止涂布器温度过高杀死目的菌种。

(4) 由题图可知, 本实验的自变量为处理时间和消毒液种类, 随着处理时间的延长, A、B、C 三种消毒液均可以减少活细菌的数量, 且使用 A 消毒液的一组活细菌减少量最大、减少速率最快, 所以 A 消毒液杀菌效果最好。

(5) 在伊红美蓝鉴别培养基上, 大肠杆菌的代谢产物会与伊红美蓝结合使菌落呈黑 (或深紫) 色, 并有金属光泽。

## 方法总结 选择培养基与鉴别培养基

(1) 选择培养基只允许特定微生物生长, 鉴别培养基则不同, 只是特定微生物菌落特征明显, 一定要注意区分。

(2) 常见的选择培养基有 ① 以尿素作为唯一氮源的培养基——用于分离分解尿素的细菌; ② 不添加氮源的培养基——用于分离固氮微生物; ③ 加入青霉素的培养基——用于分离得到酵母菌和霉菌; ④ 加入高浓度食盐的培养基——用于分离得到金黄色葡萄球菌。

(3) 鉴别培养基主要有伊红美蓝培养基——可以鉴别大肠杆菌。

5. C 【解析】煮豆可使蛋白质的空间结构被破坏, 易于被微生物利用, A 正确; 制曲是使有益微生物在基质上生长、繁殖和分泌各种酶, B 正确; 调味时加入食盐, 主要目的是调节豆豉的味道, 同时也可抑制部分杂菌的生长繁殖, C 错误; 发酵过程中, 微生物将原料转化为特定代谢产物, 比如将蛋白质分解为氨基酸和小分子肽, 将脂肪分解为甘油和脂肪酸, 使豆豉风味独特, D 正确。

6. C 【解析】醋酸发酵是醋酸菌在有氧条件下将葡萄糖或乙醇转化为醋酸的过程, 属于好氧发酵; 酒精发酵是酵母菌在厌氧条件下将糖类转化为酒精和  $\text{CO}_2$  的过程, 属于厌氧发酵, A 正确。醋酸发酵时, 当  $\text{O}_2$ 、糖源充足时醋酸菌能将葡萄

常考点: 酵母菌是兼性厌氧菌

糖分解成醋酸, 并释放出  $\text{CO}_2$ , 使培养液的 pH 下降; 酒精发酵时, 酵母菌将葡萄糖分解成酒精和  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  可与水反应形成碳酸, 也使培养液的 pH 下降, B 正确。醋酸菌在快速繁殖时, 可以高效产出醋酸; 酵母菌在快速繁殖 (进行有氧呼吸) 时不会产生酒精, 酒精大量积累是在无氧呼吸阶段, 此时繁殖减



慢, **C 错误**。天然菌种包含多种微生物(如酵母菌、霉菌、细菌),其比例和活性易受环境影响,导致发酵产品的品质(风味、酸度等)不一, **D 正确**。

- 7. B 【解析】**果酒发酵所需菌种为酵母菌,是真核生物,而果醋发酵所需菌种为醋酸菌,是原核生物,两者细胞结构不相同, **A 错误**;果胶酶可分解果胶,瓦解植物的细胞壁和胞间层,所以过程①中添加适量果胶酶,有利于提高出汁率, **B 正确**;过程②果汁发酵为果酒时,主要过程为酵母菌无氧呼吸产生酒精和  $\text{CO}_2$ ,每日多次开盖搅拌会影响酵母菌的无氧呼吸,减缓发酵
- 易错点: 酵母菌进行酒精发酵的反应式为  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + \text{少量能量}$

进程, **C 错误**;过程③果醋发酵阶段不会产生大量气泡,且醋酸菌为需氧型生物,发酵时需要开盖, **D 错误**。

#### 方法总结

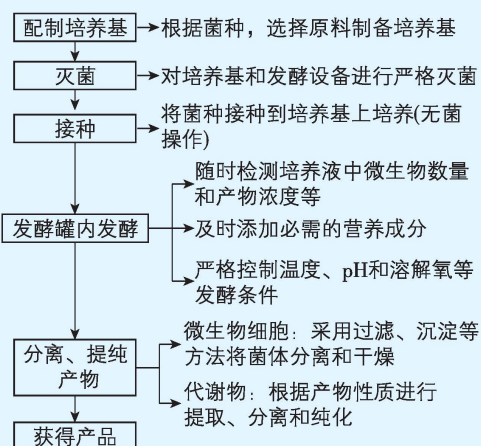
	果酒制作	果醋制作(缺少糖源)
本质	酒精发酵(糖→酒精)	醋酸发酵(酒精→醋酸)
主要微生物	酵母菌	醋酸菌
发酵条件	厌氧环境; 温度 18~25 °C	需充足氧气; 温度 30~35 °C

- 8. D 【解析】**沸水浸泡能使蚕豆细胞死亡,从而减少细胞呼吸等对有机物的消耗, **A 正确**;面粉中含有淀粉等营养物质,可为菌种的快速繁殖和生长提供营养, **B 正确**;在发酵过程中需要将蛋白质和淀粉等分解,所以菌种中含有产蛋白酶和淀粉酶的微生物, **C 正确**;从图中可以看出,在制作豆瓣曲过程中有翻拌操作,且整个过程不是完全密封的,说明主要是利用好氧微生物发酵, **D 错误**。

- 9. D 【解析】**相同菌体密度下,菌球体越大,菌球体内部黑曲霉菌体能利用的氧气越少,柠檬酸产生速率越慢, **A 正确**;由题干“菌体内铵离子浓度升高时,可解除柠檬酸对其合成途径的反馈抑制”可知,发酵中期添加一定量的硫酸铵可提高菌体内铵离子浓度,进而提高柠檬酸产量, **B 正确**;发酵过程中随着柠檬酸的积累, pH 下降,可抑制大部分细菌的生长, **C 正确**;柠檬酸易溶于水,故发酵结束后,将过滤所得的固体物质进行干燥不可获得柠檬酸产品, **D 错误**。

- 10. C 【解析】**黑曲霉不能直接吸收淀粉,但可以吸收利用其水解产物葡萄糖,淀粉水解糖属于糖类,能为发酵提供碳源和能源, **A 正确**;扩大培养可以增加黑曲霉的数量,提供足量菌种用于发酵, **B 正确**;培养基、发酵罐的常用灭菌方法是高压蒸汽灭菌法,而空气常用过滤除菌, **C 错误**;通气、搅拌可以增加溶解氧,同时使菌种与营养物质充分接触,有利于黑曲霉代谢,促进柠檬酸积累, **D 正确**。

#### 方法总结 发酵工程基本环节



## 第二章 细胞工程

### 第一节 植物细胞工程

#### 刷基础

- 1. C 【解析】**配子也具有发育成完整个体所必需的全部基因,花药离体培养证明植物的配子也能表现出全能性, **A 错误**;植物体细胞具有发育成完整个体所需的全部基因,但高度分化的植物细胞只有在离体状态下才可能表现出全能性, **B 错误**;在植物的生长发育过程中,并不是所有的细胞都表现出全能性,如高度分化的细胞没有表现出全能性, **C 正确**;将花粉
- 关键点: 在特定的时间和空间下细胞中的基因会选择性表达,所以不是所有细胞都能表现出全能性
- 培育成单倍体植株体现了细胞的全能性,但玉米种子中有植物体的幼体,发育成完整植株不能体现细胞的全能性, **D 错误**。

#### 方法总结 细胞的全能性

- (1)概念:细胞的全能性是指细胞经分裂和分化后,仍然具有产生完整生物体或分化成其他各种细胞的潜能。
- (2)细胞具有全能性的原因:细胞含有本物种全套的遗传信息。
- (3)细胞全能性的大小:受精卵>干细胞>生殖细胞>体细胞。分化程度越高的细胞,其全能性通常越小。
- (4)高度分化的植物细胞表现出全能性的条件:离体、适宜的营养条件、适宜的环境条件。

- 2. B 【解析】**原生质层是由细胞膜、液泡膜以及这两层膜之间的细胞质组成,过程①获得的原生质体是植物细胞去除了细胞壁后的结构, **A 错误**;获取的原生质体不宜悬浮在低渗溶液中,以防止其吸水涨破, **B 正确**;过程②为诱导芽分化,需