

第 54 讲 传统发酵技术、发酵工程

【课标内容】 1. 举例说明某些食品是运用传统发酵技术生产的；2. 阐明发酵工程利用现代工程技术及微生物的特定功能，工业化生产人类所需产品；3. 举例说明发酵工程在医药、食品及其他工农业生产上有重要的应用价值。

考点 1 果酒、果醋和泡菜的制作

考点落实

知识 1 传统发酵技术

1. 传统发酵技术是指直接利用原材料中天然存在的微生物，或利用前一次发酵保存下来的面团、卤汁等发酵物中的微生物进行发酵、制作食品的技术。

2. 实例——腐乳的制作

(1)菌种：主要是毛霉，酵母、曲霉等也参与了发酵。

(2)原理：蛋白质 $\xrightarrow{\text{蛋白酶}}$ 小分子肽、氨基酸(味道鲜美，易于消化吸收)。

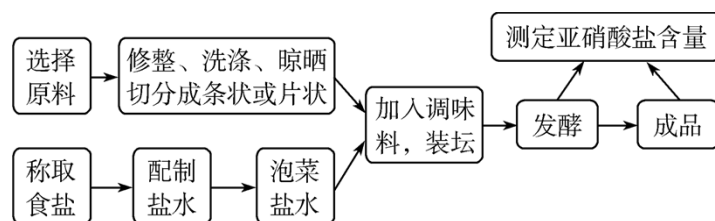
知识 2 泡菜的制作

1. 主要菌种及来源：附着在蔬菜上的乳酸菌(原核生物，异养厌氧型)等。

2. 原理：在无氧条件下，乳酸菌将葡萄糖分解成乳酸。

反应简式： $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3(\text{乳酸}) + \text{能量}$

3. 制作流程



4. 泡菜制作中营造“无氧环境”的三项措施

(1)选择的泡菜坛要密封性好。

(2)加入蔬菜后要注入煮沸冷却的盐水(质量分数为 5%~20%为宜)，使盐水没过全部菜料。

(3)盖上坛盖后要在坛盖边沿的水槽中注满水，并注意经常补水。

知识 3 果酒、果醋的制作

1. 菌种

(1)果酒制作需要的微生物是酵母菌，属于真

核生物；它是一种异养兼性厌氧型微生物，通过有氧呼吸可以以出芽生殖的方式大量增殖，通过无氧呼吸可以产生酒精。

(2)果醋制作需要的微生物是醋酸菌，属于原核生物，是一种异养需氧型微生物，所以果醋制作需要一直通入无菌空气(或 O₂)。

2. 原理

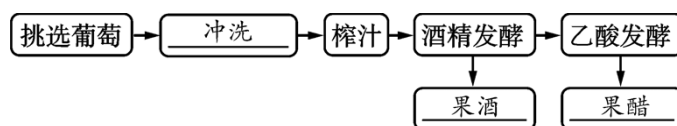
(1)酒精发酵反应简式： $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_2H_5OH(\text{酒精}) + 2CO_2 + \text{能量}$

(2)果醋发酵反应简式

①糖源充足时： $C_6H_{12}O_6 + 2O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 2CH_3COOH(\text{乙酸}) + 2H_2O + 2CO_2 + \text{能量}$ ；

②糖源不足时： $C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{酶}} CH_3COOH(\text{乙酸}) + H_2O + \text{能量}$

3. 果酒和果醋制作流程



(1)果酒制作的条件

温度：18~30 °C(苏教版为 18~25 °C)；O₂：前期通氧，后期无氧。

(2)果醋制作的条件

温度：30~35 °C；O₂：持续有氧。

(3)发酵装置



结构或操作	目的
充气口	<u>乙酸发酵</u> 时连接充气泵进行充气
排气口	酒精发酵时用来 <u>排出 CO₂</u>
长而弯曲的胶管	防止空气中 <u>微生物的污染</u>
出料口	便于取料，及时监测发酵进行的情况
制酒时	<u>关闭</u> 充气口
制醋时	充气口连接气泵，输入 <u>无菌空气或 O₂</u>

解疑释惑

果酒、果醋发酵的操作要点分析

(1)材料的选择与处理：选择新鲜的葡萄，榨汁前先冲洗后去枝梗，一般冲洗1~2次即可，即使反复进行冲洗，也几乎不影响果酒的发酵，因为果酒发酵的酵母菌可以来自空气。

(2)发酵条件的控制

①葡萄汁装入发酵瓶时，要留有约1/3的空间，目的是让酵母菌先进行有氧呼吸大量繁殖，再进行酒精发酵；还能防止发酵过程中产生的CO₂造成发酵液溢出。

②果酒发酵过程中先通O₂促进有氧呼吸，以利于酵母菌大量繁殖；后关闭充气口，以利于酵母菌进行酒精发酵。发酵过程中，适时地拧松瓶盖，放出产生的CO₂。

③严格控制温度。果酒、果醋发酵温度不同，因为各自所需的主要菌种繁殖、发酵适宜温度不同。

(3)防止发酵液被污染

①榨汁机要清洗干净，并晾干。

②发酵瓶要洗净并用体积分数为70%的酒精消毒，杀灭部分微生物，减少杂菌污染。

③装入葡萄汁后发酵瓶要密封或后期封闭充气口。无氧、偏酸性、18~30℃条件下，适合酵母菌的生存，不适合绝大多数微生物的生存。



概念思辨

1. 判断下列说法的正误：

(1)传统发酵以混合菌种的液体发酵为主，通常是家庭式或作坊式的。(×)

提示：传统发酵以混合菌种的固体发酵或半固体发酵为主。

(2)制作泡菜、酸菜时，坛子必须密封，防止乳酸菌在有氧条件下发酵被抑制。(√)

提示：制作泡菜、酸菜的菌种主要是乳酸菌，乳酸菌只进行无氧呼吸，在有氧条件下其发酵作用反而会受到抑制。

(3)泡菜发酵过程中，乳酸菌可以分解蛋白质和果胶。(×)

提示：发酵过程中乳酸菌不分解蛋白质和果胶，因而能保持蔬菜脆嫩而不软化。

(4)泡菜制作过程中，乳酸菌的活动会抑制其他杂菌的生长，使用煮沸后冷却的盐

水也可起到杀菌作用。(√)

提示: 乳酸菌的发酵产物是乳酸, 使发酵液呈酸性, 此环境下其他杂菌生长受抑制。

(5)可以用新鲜的葡萄直接进行果酒或果醋制作, 两者的控制条件基本相同。(×)

提示: 用新鲜的葡萄直接进行果酒制作, 应该先有氧后无氧; 用新鲜的葡萄进行果醋制作, 全过程需要充足的氧气供应。

(6)在青贮饲料中添加乳酸菌, 可以提高饲料的品质, 使饲料保鲜, 动物食用后能提高免疫力。(√)

(7)在制作果酒的过程中, 除了酵母菌外没有其他微生物。(×)

提示: 在制作果酒的过程中, 除了酵母菌外还有醋酸菌、乳酸菌等。

(8)泡菜制作过程中, 腌制方法、时间长短和温度高低等条件都会对亚硝酸盐含量有影响。(√)

2. 向泡菜坛中加入“陈泡菜水”相当于微生物培养中的 接种 操作。

3. 为什么泡菜坛只能装八成满?

提示: 泡菜坛装得太满时, 会使盐水不容易完全淹没菜料, 从而导致菜料变质腐烂; 同时发酵液可能会溢出坛外。泡菜坛留出一定空间, 也方便拿取泡菜。

典 题 说 法

考向 1 传统发酵技术中的菌种分析

例 1 (2023·前黄中学、姜堰中学联考)“以曲酿酒”是我国白酒酿造工艺的典型特征。原始酒曲实际上来源于发霉或发芽的谷物, 现代酒曲在生产上通常以小麦、大麦和豌豆为原料进行发酵。下列叙述错误的是(B)

- A. 传统酒曲是自然接种和开放式培养, 原料和环境是其微生物来源
- B. 酒曲中的酵母菌可通过无氧呼吸作用将原料中的淀粉直接转化为乙醇
- C. 酒曲中的霉菌可产生蛋白酶、脂肪酶等多种水解酶降解原料中的大分子物质
- D. 酒曲中的乳酸菌可产生乳酸, 抑制其他不耐酸的微生物生长繁殖

解析: 由于传统酒曲具有自然接种和开放式培养的特点, 故微生物来源于原料和环境, A 正确; 原料中的淀粉被淀粉酶水解为单糖后, 酵母菌可通过无氧呼吸作用将其转化为乙醇, B 错误; 霉菌可产生多种水解酶, 如蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶和糖化酶等, 分解原料中的大分子物质, 从而为其他微生物的生长和繁殖提供营养物质, 并且能促进白酒风味化合物的合成, C 正确; 乳酸菌可产生乳酸, 从而降低酒曲中的 pH, 抑制其他不耐酸的微生物生长, D 正确。

深度指津

与传统发酵有关的几类微生物

微生物	酿酒酵母	(多数) 醋酸菌	毛霉	乳酸菌
生物学 分类	真核生物	原核生物	真核生物	原核生物
代谢 类型	异养兼 性厌氧	异养需氧	异养需氧	异养厌氧
适宜 温度	28 °C左右	30~35 °C	15~18 °C	室温
原理	无氧呼吸 产生酒精 和 CO ₂	糖(酒精)代谢 产生乙酸	产生蛋白酶、 脂肪酶分解蛋 白质和脂肪	无氧呼吸 产生乳酸
主要 用途	酿酒、发面	酿醋	制作腐乳	制作酸奶、泡菜

考向 2 泡菜的制作

例2 (2023·南通二模)酸豆角因为酸脆、营养丰富和能增进食欲而成为家常小菜。下面是家庭制作酸豆角的主要流程,相关叙述错误的是(B)

豆角去筋后洗净、晾干→加盐揉搓至翠绿色→放入泡菜坛、注入凉开水→添加适量香辛料和白酒→密闭、腌制 1~2 周

- A. 豆角的酸脆主要与乳酸菌无氧呼吸产生乳酸有关
- B. “加盐揉搓至翠绿色”利用了叶绿素能够溶解于高浓度 NaCl 溶液的特性
- C. 食材等加入泡菜坛时不能装得太满,以防止坛口杂菌侵入影响产品的品质
- D. 加入的食盐、香辛料、白酒等不仅能增加食品风味,也能防止杂菌污染

解析: 制作酸豆角的原理是乳酸菌在无氧条件下进行无氧呼吸产生乳酸,乳酸使豆角变得酸脆, A 正确;“加盐揉搓至翠绿色”利用了植物细胞渗透失水的原理,使豆角细胞的水分减少,叶绿素易溶于有机溶剂, B 错误;食材等加入泡菜坛时不能装得太满,以保证盐水能没过所有菜料,防止杂菌污染影响产品的品质, C

正确；加入的食盐、香辛料、白酒等一方面能抑制微生物生长，防止杂菌污染，另一方面能增加食品风味，D 正确。

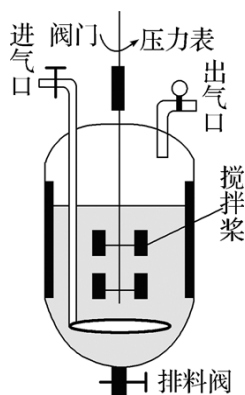
考向 3 果酒和果醋的制作

例 3 (2021·江苏卷)某同学选用新鲜成熟的葡萄制作果酒和果醋，下列相关叙述正确的是 (C)

- A. 果酒发酵，每日放气需迅速，避免空气回流入发酵容器
- B. 果酒发酵时，用斐林试剂检测葡萄汁中还原糖含量变化，砖红色沉淀逐日增多
- C. 果醋发酵时，发酵液产生的气泡量明显少于果酒发酵时
- D. 果醋发酵时，用重铬酸钾测定乙酸含量变化，溶液灰绿色逐日加深

解析：应拧松瓶盖放气，不能迅速放气，因为产酒精的无氧呼吸会导致发酵液有大量二氧化碳，溶解不了的二氧化碳会积聚在发酵罐空气中，导致里面气压高于外界气压，迅速放气会导致发酵液喷出，造成污染；随着发酵的进行，葡萄糖被分解，若用斐林试剂检测，则砖红色沉淀逐日变少；酸性重铬酸钾溶液可以检验酒精，而不能检测乙酸。

变式 1 (2018·江苏卷)某高校采用如图所示的发酵罐进行葡萄酒主发酵过程的研究。下列有关叙述错误的是 (B)



- A. 夏季生产果酒时，常需对罐体进行降温处理
- B. 乙醇为挥发性物质，故发酵过程中空气的进气量不宜太大
- C. 正常发酵过程中罐内的压力不会低于大气压
- D. 可以通过监测发酵过程中残余糖的浓度来决定何时终止发酵

解析：果酒发酵的适宜温度为 18~30 °C，因此夏季生产果酒时，常需对罐体进行降温处理，A 正确；乙醇是酵母菌无氧发酵的产物，因此发酵过程中不需要通入空气，B 错误；酵母菌无氧呼吸产生了 CO₂，因此发酵罐中的气压不会低于外界大气压，C 正确；当发酵过程中残余糖的浓度较低时可以终止发酵，D 正确。

考向 4 传统发酵技术综合考查

例4 (多选)(2022·江苏卷)在制作发酵食品的学生实践中,控制发酵条件至关重要。下列相关叙述错误的有(ACD)

- A. 泡菜发酵后期,尽管乳酸菌占优势,但仍有产气菌繁殖,需开盖放气
- B. 制作果酒的葡萄汁不宜超过发酵瓶体积的 $\frac{2}{3}$,制作泡菜的盐水要淹没全部菜料
- C. 葡萄果皮上有酵母菌和醋酸菌,制作好葡萄酒后,可直接通入无菌空气制作葡萄醋
- D. 果酒与果醋发酵时温度宜控制在 $18\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$,泡菜发酵时温度宜控制在 $30\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$

解析: 乳酸菌属于厌氧菌,开盖放气会影响乳酸菌发酵,因此不能开盖放气。制作果酒的葡萄汁不宜超过发酵瓶体积的 $\frac{2}{3}$,是为了发酵初期让酵母菌进行有氧呼吸大量繁殖,同时为了防止发酵过程中发酵液溢出;制作泡菜的盐水要淹没全部菜料,以保证乳酸菌进行无氧呼吸。制作果酒的野生酵母菌来自葡萄皮,而制作果醋的醋酸菌来自空气或接种,另外制作好葡萄酒后制作葡萄醋,除了要通入无菌空气,还需要适当提高发酵温度。果酒发酵时温度宜控制在 $18\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$,果醋发酵时温度宜控制在 $30\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$,泡菜的制作温度低于 $30\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

变式2 下列有关米酒、酸奶、泡菜等传统发酵制品的叙述,正确的是(A)

- A. 制作米酒时添加“酵头”的目的是接种酿酒酵母
- B. 米酒发酵液中冒出的“气泡”都来源于酵母菌的有氧呼吸
- C. 酸奶和泡菜制作中均需要及时通氧,保证乳酸菌的有氧呼吸
- D. 为避免杂菌污染,发酵前需要对器具、原料等进行灭菌

解析: 制作米酒利用的是酵母菌,添加“酵头”的目的是接种酿酒酵母, A 正确;酵母菌是兼性厌氧微生物,在发酵初期会进行有氧呼吸产生二氧化碳,在米酒发酵期酵母菌进行无氧呼吸,也会产生二氧化碳,故米酒发酵液中冒出的“气泡”来源于酵母菌的有氧呼吸和无氧呼吸, B 错误;乳酸菌是厌氧菌,制作酸奶和泡菜利用的是乳酸菌,故酸奶和泡菜制作中均需要确保无氧,以保证乳酸菌的无氧呼吸, C 错误;为避免杂菌污染,发酵前需要对器具等进行灭菌,但不能对原料进行灭菌,否则会杀死菌种,导致发酵失败, D 错误。

变式3 (2023·淮安期中)传统发酵技术是人类在生活过程中,对微生物的有意或无意运用。下列有关发酵技术主要原理的叙述,错误的是(A)

- A. 面包制作:酵母菌无氧呼吸产生 CO_2 , CO_2 遇热膨胀
- B. 果醋制作:醋酸菌在有氧条件下将糖或酒精转化为乙酸
- C. 腐乳制作:毛霉分泌蛋白酶和脂肪酶等促进豆腐中相关物质水解

D. 泡菜制作：乳酸菌厌氧发酵产生乳酸，后者使蔬菜具有特别风味

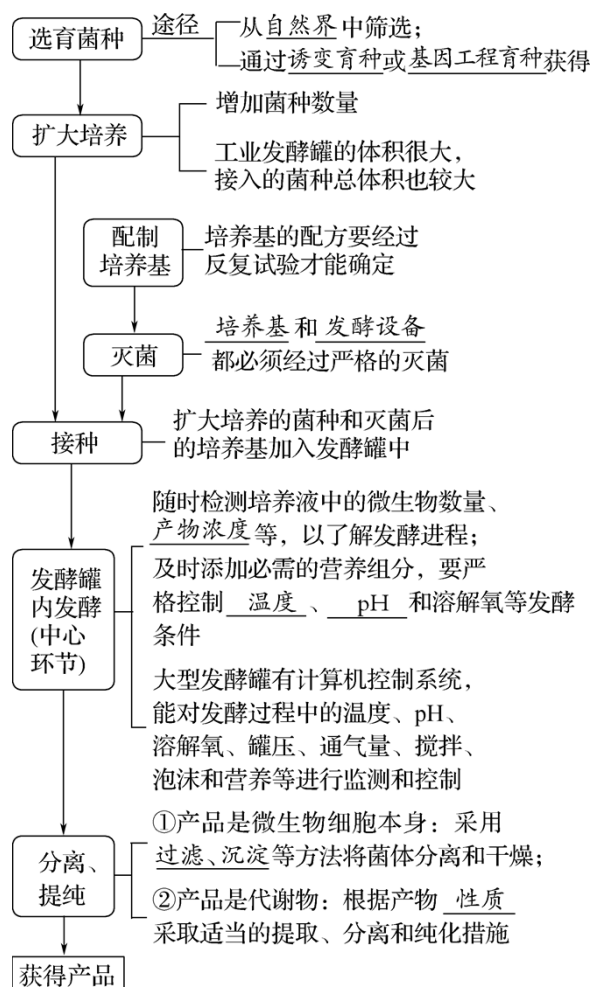
解析：面包制作利用的是酵母菌有氧呼吸产生 CO_2 ， CO_2 遇热膨胀，使面包变得蓬松，A 错误。果醋制作：当氧气、糖源都充足时，醋酸菌将葡萄汁中的糖分解为乙酸；当氧气充足、缺少糖源时，醋酸菌将乙醇变为乙醛，再将乙醛变为乙酸，B 正确。腐乳制作主要利用的是毛霉，毛霉能够产生蛋白酶和脂肪酶，将蛋白质和脂肪分别水解成小分子的肽和氨基酸、甘油和脂肪酸，C 正确。泡菜制作利用的是乳酸菌，乳酸菌是厌氧菌，其厌氧发酵产生乳酸，乳酸使蔬菜具有特别风味，D 正确。

考点 2 发酵工程及其应用

考点落实

知识 1 发酵工程

1. 概念：发酵工程是利用 微生物的特定功能，通过现代 工程技术，规模化 生产对人类有用的产品。
2. 工业发酵根据操作方式不同，分为分批发酵和连续发酵等。
3. 基本环节



解疑释惑

发酵过程中应严格控制温度、pH、溶解氧等发酵条件，使其最适合微生物的生长繁殖。如：①通过调整冷却水进出口的流速控制温度；②通过搅拌叶轮的转速，调控发酵液中溶解氧的含量；③及时添加必要的营养组分。

知识2 发酵工程的应用

1. 发酵工程的特点

生产条件温和、原料来源丰富且价格低廉、产物专一、废弃物对环境的污染小且容易处理。

2. 发酵工程的应用

(1)在食品工业上的应用

- ①生产传统的发酵产品，如酱油、各种酒类。
- ②生产各种各样的食品添加剂，如通过黑曲霉发酵制得的柠檬酸，利用__谷氨酸棒状杆菌__发酵生产的谷氨酸制成味精。
- ③生产酶制剂。

(2)在医药工业上的应用：主要包括生产各种__抗生素__、氨基酸、激素和__免疫__调节剂(制剂)等。

(3)在农牧业上的应用

- ①生产微生物肥料。利用微生物在代谢过程中产生的有机酸、生物活性物质等来增进土壤肥力，改良土壤结构等。如固氮菌可增加土壤__氮肥__的肥力。
- ②生产微生物农药。利用微生物或其代谢物来防治病虫害，可作为__生物防治__的重要手段，包括真菌杀虫剂、细菌杀虫剂等。
- ③生产微生物饲料，如发酵饲料、__单细胞__蛋白和青贮饲料。

(4)在其他方面的应用

- ①解决资源短缺和环境污染问题，如利用__纤维废料__发酵生产酒精、乙烯等能源物质，运用于污水处理等。
- ②对__极端__微生物的利用，如利用嗜热菌、嗜盐菌生产洗涤剂。

3. 啤酒的工业化生产流程

发芽：释放__淀粉酶__分解淀粉

↓

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/406234022152011011>