

人教版

本书编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中选修 1

生物技术实践



人教版

本书编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中选修 1

生物技术实践



湖南教育出版社

目 录

<<<

生物·高中选修1 (人教版)

专题 1 传统发酵技术的应用	001
课题 1 果酒和果醋的制作	001
课题 2 腐乳的制作	009
课题 3 制作泡菜并检测亚硝酸盐的含量	016
专题 2 微生物的培养与应用	024
课题 1 微生物的实验室培养	024
课题 2 土壤中分解尿素的细菌的分离与计数	036
课题 3 分解纤维素的微生物的分离	045
专题 3 植物的组织培养技术	053
课题 1 菊花的组织培养	053
课题 2 月季的花药培养	062
专题 4 酶的研究与应用	070
课题 1 果胶酶在果汁生产中的作用	070
课题 2 探讨加酶洗衣粉的洗涤效果	080
课题 3 酵母细胞的固定化	088
专题 5 DNA 和蛋白质技术	095
课题 1 DNA 的粗提取与鉴定	095
课题 2 多聚酶链式反应扩增 DNA 片段	102
课题 3 血红蛋白的提取和分离	110
专题 6 植物有效成分的提取	120
课题 1 植物芳香油的提取	120
课题 2 胡萝卜素的提取	127
部分参考答案	135

专题 1 传统发酵技术的应用

课题 1

果酒和果醋的制作

自主准备



材料阅读

酿酒和制醋是最古老的生物技术，至今已有五六千年的历史。

酒文化在我国历史悠久且影响深远，很多古诗中都有体现——“对酒当歌，人生几何”“劝君更尽一杯酒，西出阳关无故人”等。酒分很多种，如白酒、黄酒、啤酒等，市场上主要以白酒为主。白酒酒精含量高，大量饮用会影响身体健康，不符合当下健康生活的理念。果酒以丰富的口感、极高的营养价值、较低的酒精度数（通常是在10%左右）等而日益受到人们的青睐。

果酒制作材料来源丰富，苹果、葡萄、梨子、香蕉等含糖量高的水果都可以用于制作果酒。果酒的制作离不开酵母菌这一微生物，制作过程简单易学。制作好的果酒还可以用于制作果醋，果醋的制作则与醋酸菌息息相关。果醋也具有一定的保健养生的功效。酵母菌和醋酸菌各有不同的菌种。菌种不同，所产生的酒和醋的风味也不相同。通过本课题的学习，你就可以在家自制果酒和果醋了。



香醇的果酒



具有保健功能的果醋



原理学习

1. 果酒的制作:

①制作果酒所选用的菌种是_____, 是一种_____微生物。在_____条件下, 酵母菌进行_____ (反应式如下), 大量繁殖。



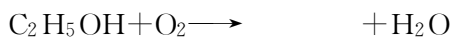
在无氧条件下, 酵母菌也能进行_____ (反应式如下)。



②_____是酵母菌生长和发酵的重要条件。_____最适合酵母菌繁殖, 酒精发酵时一般将温度控制在_____。在葡萄酒的自然发酵过程中, 起主要作用的是_____。

2. 果醋的制作:

制作果醋所用菌种是_____, 是一种_____细菌, 只有当氧气充足的时候才能进行旺盛的生理活动。当氧气、糖源都充足时, 醋酸菌就将葡萄汁中的糖分解成醋酸; 当缺少糖源时, 醋酸菌将_____变为乙醛, 再将乙醛变为_____。醋酸菌的最适生长温度为_____。



3. 酒精的检测:

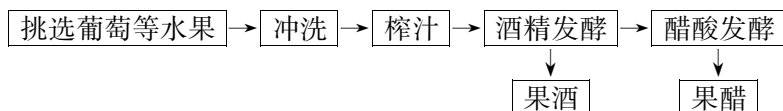
在_____条件下, _____与酒精反应呈现_____。

【合作探究】



实验指导

酵母菌在无氧的条件下将糖类分解产生乙醇, 而醋酸菌在缺少糖源的情况下能将乙醇变成乙醛, 再将乙醛变为乙酸。因此可以用前期发酵得到的果酒为原料制作果醋。实验流程如下:



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, 为了加快发酵的速度, 可以加入适量的新鲜酵母或者是干酵母。



操作平台

时间_____ 组别_____ 合作者_____

目的要求:

1. 了解果酒和果醋的制作原理。
2. 设计发酵装置，完成果酒和果醋的制作。

材料用具:

适量的葡萄，醋曲（或米醋），体积分数为 70% 的酒精或洗洁精，3 mol/L 的 H_2SO_4 ，饱和的重铬酸钾溶液等。

如右图所示的果酒和果醋的发酵装置（或带盖的矿泉水瓶、带塞子的玻璃瓶等，可用压紧的棉花代替瓶塞），榨汁机（或杵和研钵），纱布，细口瓶，pH 试纸，试管，试管夹，移液管，滴管等。



果酒和果醋的发酵装置

方法步骤:

1. 果酒的制作:

(1) 材料的选择与处理:

选择新鲜的葡萄，并进行冲洗，冲洗时注意不要洗去葡萄表面的“白膜”。然后除去枝梗并晾干。葡萄表面的“白膜”是什么？可不可以先除去枝梗再进行冲洗？为什么？

(2) 防止发酵液被污染:

① 榨汁机要清洗干净，并晾干。

② 将发酵瓶清洗干净，并用体积分数为 70% 的酒精消毒或用洗洁精洗涤后晾干。

(3) 将晾干的葡萄用榨汁机以低速（不要用高速，以免将籽打碎）将葡萄打成浆状（也可用杵和研钵捣烂）。

(4) 将葡萄浆装入果酒发酵装置的发酵瓶中，发酵瓶要留有大约_____的空间。然后封闭充气口。（如用的是矿泉水瓶等装置，则盖好瓶塞。）

(5) 将上述发酵装置放置在 18~25 °C 的环境中发酵，时间控制在 10~12 d 左右。若用矿泉水瓶等密封的发酵装置，则需要每隔一段时间将瓶盖拧松一次（注意：不是打开瓶盖），以放出 CO_2 ，以免出现危险，然后将瓶盖拧紧。

(6) 当发酵瓶中停止出现气泡，即表示发酵完毕。发酵完成后，将发酵液用两层纱布过滤，除去葡萄皮和籽。同时可以用洗净的手去挤压滤渣，以获得尽可能多的葡萄酒。

(7) 将获得的滤液(仍是浑浊的)分装到细口瓶中,加盖密封,静置。待沉淀后,上清液即为葡萄酒。

2. 酒精的检测:

先在试管中加入发酵液 2 mL,再滴入物质的量浓度为 3 mol/L 的_____ 3 滴,振荡均匀,最后滴加常温下饱和的_____ 3 滴,振荡试管,观察颜色的变化。想一想,如果要使检测的结果更有说服力,应该如何设计对照实验?

3. 果醋的制作:

方法一:利用葡萄酒制作葡萄醋

(1) 利用制作的葡萄酒制作葡萄醋:打开发酵装置,按照说明加入少量醋曲或者米醋。

(2) 适时打开充气口,通入无菌空气。将装置放置在 30~35 °C 环境中发酵 7~8 d,其间,注意观察发酵液的变化。

方法二:利用葡萄汁制作葡萄醋

(1) 榨取葡萄果汁,方法同上。

(2) 将葡萄汁转入矿泉水瓶或其他敞口瓶中,不超过发酵瓶体积的 2/3。

(3) 加入少量米醋或者醋曲,并用一层纱布遮盖住瓶口,防止杂菌污染。将装置放置在 30~35 °C 环境中发酵,并可通过闻气味、测 pH 来监测发酵的进程。

【交流评价】

1. 实验记录与结果:

(1) 实验记录(以文字或表格等适当的形式记录实验过程各步骤的现象,同时注意记录存在的疑问和问题):

(2) 实验结果:

①果酒发酵_____天后开始产生气泡, 发酵过程中气泡产生速率的变化情况_____, 可能的原因是_____. 发酵结束后, 果酒的颜色是_____, 口感_____, _____ (填“有”或“无”) 特殊的气味。

②果酒中含有酒精, 可以用重铬酸钾来检验。在酸性条件下, 重铬酸钾与本次实验制得的果酒反应呈现_____色, 说明_____。

③果醋发酵过程中_____ (填“有”或“无”) 菌膜形成。通过 pH 试纸测得的 pH 的变化情况为_____。

2. 根据本次实验, 尝试用表格的形式对果酒和果醋的制作过程进行比较。

项目	果酒制作	果醋制作
发酵菌种		
代谢类型		
反应式		
最适发酵温度		
发酵时间		
对氧气的需求		

3. 制作葡萄醋时, 为什么要适时通过充气口充气?

4. 某校小组制作的果酒或果醋产生了刺鼻的气味, 你认为可能的原因有哪些?

5. 在本次实验中, 你是否成功制得了果酒和果醋? 请试着对实验过程进行分析评价。与其他同学交流讨论之后, 总结出果酒和果醋制作过程的注意事项。

8. 某同学设计了如图所示的发酵装置, 下列有关叙述错误的是 ()
- A. 该装置可阻止空气进入, 用于果酒发酵
- B. 该装置便于果酒发酵中产生的气体排出
- C. 去除弯管中的水, 该装置可满足果醋发酵时底层发酵液中大量醋酸菌的呼吸



- D. 去除弯管中的水后, 该装置与巴斯德的鹅颈瓶作用相似
9. 利用酵母酿酒时, 从开始持续向发酵罐内通入氧气, 结果是 ()
- A. 酵母菌大量死亡, 酒精减产
- B. 酵母菌数量不变, 酒精产量不变
- C. 酵母菌数量增多, 酒精减产
- D. 酵母菌数量增多, 不产生酒精

应用创新

资料 1: 有媒体报道称喝自酿葡萄酒容易导致甲醇中毒, 其原因是在家中没有去除甲醇和其他杂质的技术, 自酿葡萄酒的饮用安全性有待考证。图 1 是果酒和果醋的制作流程, 图 2 是某 A 同学设计的果酒和果醋的发酵装置。

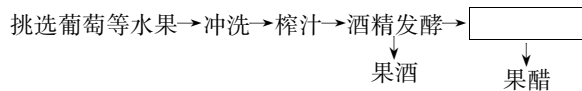


图 1



图 2

资料 2: 甜酒是我国民间的一种传统食品, 有着悠久的饮用历史, 它极富营养价值, 有“液体蛋糕”的美誉。甜酒的酿造过程大致如下: 首先将糯米用水浸泡 24~36 h, 将铲米饭的铲子和甜酒制作中使用的容器洗净并用开水烫过、干布擦干 (不能沾生水和油)。然后将米蒸至九分熟, 盛于干净的小盆中边加凉开水边用筷子搅拌, 将米饭打散成一粒一粒的, 当冷却至 35℃ 左右时拌入适量酒曲混匀。最后将米饭放入干净容器中用勺子压实, 用筷子在中间钻一个通到底部的洞, 密封起来后发酵至有酒香飘出即可。

根据以上资料回答下列问题。

- (1) 完成图 1 中的实验流程。图中应填的内容为_____。
- (2) 酒精发酵的菌种是_____, 其营养方式是_____; 在_____条件下, 能将_____分解, 产生乙醇。从细胞结构上看, 跟进行果醋发酵的菌种最主要的区别是_____。
- (3) 果酒制作完成后, 可以用_____来检测酒精的生成, 在酸性条件下, 酒精与之反应呈现_____色。

- (4) 利用图 2 装置进行果醋发酵时, 充气口的状态是_____的, 排气口是_____的。
- (5) 利用糯米和酒曲制作甜酒的过程中, 煮熟的糯米相当于_____, 酒曲中至少含有的微生物是_____。
- (6) 将铲子洗干净并用开水烫过、干布擦干的目的是_____。
- (7) 用筷子在米饭中间钻一个通到底部的洞的目的是_____。



拓展链接

家里自酿的果酒或果醋, 品相及口感不如市场上出售的果酒或果醋, 比如自酿的果酒酒精浓度比较低, 大约在 10% 左右, 且比较浑浊。而市场上销售的果酒澄清、果香浓郁, 而且种类繁多, 具有地区特色, 深受消费者的喜爱。这些特点与果酒或果醋的生产工艺有着密切的关系, 你可以以“果酒生产工艺”或者“果醋生产工艺”为关键词在互联网上进行搜索, 以找到更多的信息。

课题 2

腐乳的制作

自主准备



材料阅读

你喜欢吃腐乳（如图）吗？腐乳，又称豆腐乳、霉豆腐等，是我国独创的具有民族特色的发酵性豆制品。

腐乳的制作历史十分悠久，至今已有1 000多年，公元5世纪的北魏时期就已出现了腐乳制作方法的记述。之后，《本草纲目拾遗》中记录：“豆腐又名菽乳，以豆腐腌过酒糟或酱制者，味咸甘心。”据记载，腐乳的兴盛发生在明清时期。

明朝嘉靖年间，人们就已经掌握了腐乳的批量加工工艺，其重要代表是声誉仅次于绍兴酒的绍兴腐乳，在当时就已经远销东南亚、日本。清代的李化楠将腐乳的制作方法详细地记录在其著作《醒园录》中。而如今的腐乳制作工艺也是在古代劳动人民智慧的基础上发展形成的。

传统中医认为，腐乳具有活血化瘀、健脾消食等保健作用，现代营养学家也十分肯定腐乳的营养价值。主要有以下几个原因：其一，经过微生物发酵，豆腐中的大分子蛋白质分解成小分子的肽和氨基酸，易于消化吸收，且味道鲜美，老幼皆宜。其二，腐乳中富含高活性异黄酮、低聚肽类等有益物质，具有多种保健作用，诸如抵抗衰老、降低血脂、调节胰岛素水平等。其三，腐乳中的维生素B₂和维生素B₁₂的含量远高于一般食品。维生素B₂可抗氧化，提高机体对蛋白质的利用率，参与细胞生长代谢，促进生长发育，缺乏时会出现口腔溃疡、舌炎、唇炎等症状。维生素B₁₂具有维持机体正常造血功能，为神经提供营养等作用。因此，常吃腐乳可以预防恶性贫血和老年痴呆。此外，腐乳的重要原料之一“红曲”，被古人称为“丹曲”，具有活血化瘀、健脾



消食的功效。

然而，腐乳好吃却不能贪吃。由于腐乳中的盐分和腺嘌呤的含量较高，所以对于高血压、痛风和肾病患者来说，少吃或不吃为宜，以免病情加重。

思考：腐乳制作的原理是什么？有哪些因素会影响腐乳的品质？



原理学习

腐乳是豆腐发酵的产品，很多微生物参与了这一发酵过程，如_____、_____、_____等，其中起主要作用的是_____。毛霉是一种丝状_____，分布广泛，常见于土壤、蔬菜、谷物上。毛霉生长的最适温度在_____范围内，并且需要保持一定的_____。毛霉生长迅速，具有发达的_____。毛霉等微生物产生的_____等能将豆腐中的蛋白质分解成小分子的_____和_____；脂肪酶能将脂肪水解为_____和_____。在多种微生物的协同作用下，普通的豆腐将转变成风味独特的腐乳。

【合作探究】



实验指导

1. 腐乳的制作流程如下：

让豆腐长出毛霉 — 加盐腌制 — 加卤汤装瓶 — 密封腌制

2. 含水量为70%左右的豆腐适于做腐乳。含水量过低，不利于毛霉的生长，含水量过高，则腐乳不易成形。

3. 为了确保毛霉在豆腐上成为优势菌群，可以网购毛霉菌种，并提前一天按体积比例（毛霉：凉开水=1：50）配制好菌体水溶液，接种时喷洒在豆腐块的5个表面。此外，还可以用干净的粽叶或稻草铺垫在放置豆腐的器皿盒里。粽叶和稻草表面含有较多的霉菌孢子，此外能确保豆腐各个面都长出霉菌。

4. 加盐腌制时，随着层数的加高而增加盐的用量，原因是越接近瓶口，杂菌污染的可能性越大，因此要随着豆腐层的加高增加盐的用量，在接近瓶口的表面，盐要铺厚一些，以有效防止杂菌污染。实践表明，盐的用量与豆腐质量的比为1：5左右较合适。加盐不仅可以调节口感，

还可以析出豆腐中的水分,使豆腐块变硬,在后期的制作过程中不会过早酥烂。同时,盐能抑制微生物的生长,避免豆腐块腐败变质。

5. 卤汤直接关系到腐乳的色、香、味。卤汤是由酒及各种香辛料配制而成的。卤汤中的酒可以选用料酒、黄酒、米酒、高粱酒等。加酒能使腐乳具有独特的香味。但是若加酒过多,微生物发酵受影响,腐乳发酵时间将会延长;若加酒过少,则不能有效抑制微生物的生长,因而含量一般控制在12%左右。香辛料种类很多,如胡椒、花椒、八角、桂皮、姜、辣椒等。香辛料可以调节腐乳的风味,也具有防腐杀菌的作用。可以根据自己的口味来配制卤汤。

6. 腐乳的种类:因豆腐含水量的不同,发酵条件的不同以及装罐时加入的辅料的不同,可以制成近百种不同风味的腐乳。例如,红方因加入了红曲而呈深红色,味厚醇香;糟方因加入了酒糟而糟香扑鼻;青方因不加辅料,用豆腐本身渗出的水加盐腌制而成,绵软油滑,异臭奇香。



操作平台

时间_____ 组别_____ 合作者_____

目的要求:

1. 了解腐乳制作的原理。
2. 学会制作腐乳的方法。
3. 分析影响腐乳品质的制作条件。

材料用具:

豆腐(含水量70%),食盐,酒,花椒,凉开水等。

笼屉,刀,一次性手套,筷子,碗,勺,酒精灯,火柴,广口瓶,镊子等。

方法步骤:

1. 毛霉的生长

将豆腐切成 $3\text{ cm}\times 3\text{ cm}\times 1\text{ cm}$ 的若干小块,平放在笼屉内,将笼屉中的温度控制在 $15\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$,并保持一定的湿度。约48 h后,毛霉开始生长,_____d之后菌丝生长旺盛,_____d后豆腐块表面布满菌丝。

想一想:豆腐块上生长的毛霉来自哪里?毛霉的生长与气温有关系吗?

2. 后期发酵

(1) 将豆腐间连在一起的菌丝拉断, 并将豆腐块表面生长的毛霉搓平, 贴在豆腐块的表面, 形成“皮”。想一想, “搓霉”处理的目的是什么?

(2) 加盐腌制: 将长满毛霉的豆腐块分层整齐地摆放在瓶中, 同时逐层加盐, 随着层数的增高而增加盐量, 接近瓶口表面的盐要铺厚一些。加盐腌制的时间约为 8 d。

(3) 配制卤汤: 配料与贮存是腐乳后熟的关键。配料前先把腌坯取出, 搓开, 再计数并装入干燥的瓶内。将黄酒和糖等根据口味的不同而配以各种香辛料, 如胡椒、花椒、八角、茴香、姜、辣椒等混合制成卤汤。卤汤酒精含量控制在 12% 左右为宜。

我们组配制卤汤的方法是:

(4) 包装贮藏: 用来腌制腐乳的玻璃瓶 (或广口瓶), 洗刷干净后要用沸水消毒。装瓶时, 操作要迅速小心; 腌坯事先在染坯卤 (如染坯红曲卤) 中着色, 块块搓开, 六面染色。染好后整齐地摆放好豆腐, 加入卤汤后, 再加香辛料等, 最后用胶条将瓶口密封。封瓶时, 最好将瓶口通过酒精灯的火焰, 防止瓶口被污染。

在常温下贮藏, 一般需 3 个月以上, 才会达到腐乳应有的品质, 青方腐乳因含水量较高, 只需 1~2 个月即可成熟。

【交流评价】

1. 实验结果与总结:

(1) 豆腐块上长出的毛霉特征: _____ 菌丝, _____ 色, _____ (填“有”或“无”) 刺鼻气味等。

(2) 我们组制作的腐乳属于_____ (填腐乳类型)。请从以下几个方面描述并记录腐乳品质,并对本次实验进行评价:色泽、味道、咸淡、质地、块形整齐情况、厚薄均匀程度、有无异味、有无杂质。

2. 某小组同学豆腐坯上长出的毛霉菌丝呈褐色或淡黄色,并伴有刺鼻的气味。这样的豆腐块还能继续用于制作腐乳吗?

3. 毛霉的代谢类型是异养需氧型,这是否与加卤汤装瓶,密封发酵相矛盾?为什么?

4. 在发酵过程中,你认为都有哪些生物化学变化和有什么酶参加?

5. 制作过程中有哪些影响腐乳品质的条件?

【方法应用】



基本方法

1. 现代科学研究表明,多种微生物参与了腐乳的发酵,其中起主要作用的是 ()

A. 青霉 B. 大肠杆菌 C. 毛霉 D. 曲霉

2. 豆腐坯用食盐腌制,起的作用是 ()

①渗透盐分,析出水分 ②给腐乳以必要的咸味 ③防止毛霉继续生长和污染的杂菌繁殖
④浸提毛霉菌丝上的蛋白酶

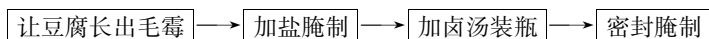
A. ①②③ B. ②③④ C. ①③④ D. ①②③④

3. 毛霉的代谢类型为 ()
A. 自养需氧型 B. 异养需氧型 C. 异养厌氧型 D. 异养兼性厌氧型
4. 毛霉等微生物能产生的酶类主要有 ()
A. 蛋白酶和脂肪酶 B. 蛋白酶和淀粉酶
C. 脂肪酶和淀粉酶 D. 肽酶和麦芽糖酶
5. 在腐乳的制作过程中, 要加卤汤, 其中卤汤中的酒的含量一般控制在 ()
A. 5%左右 B. 12%左右 C. 16%左右 D. 20%左右
6. 在进行加盐腌制的过程中, 加盐量要随着豆腐层数的加高而 ()
A. 增加 B. 减少 C. 不变 D. 无所谓
7. 制作腐乳的过程中, 让毛霉生长于豆腐上是制作中较为关键的一步。为了能让毛霉在豆腐上较好地生长, 我们一般将笼屉中的温度控制在 ()
A. 12~15 °C B. 25~40 °C C. 40 °C 以上 D. 15~18 °C
8. 下列关于卤汤的叙述, 错误的是 ()
A. 卤汤是决定腐乳类型的关键因素
B. 卤汤是由酒和各种香辛料配制而成的, 酒的含量应控制在 12% 左右
C. 卤汤可以调制腐乳的风味, 并有加强腐乳营养的作用
D. 卤汤也具有防腐杀菌的作用
9. 吃腐乳时, 外层有一层致密的皮, 这层“皮”是 ()
A. 毛霉匍匐菌丝 B. 毛霉白色菌丝上的孢子囊
C. 毛霉分泌物 D. 豆腐块表面失水后变硬
10. 下列关于腐乳制作过程中的操作, 不正确的是 ()
A. 先将豆腐切成块放在消毒的笼屉中, 保持温度在 15~18 °C, 并保持一定湿度
B. 将长满毛霉的豆腐块放在瓶中, 并逐层加盐, 接近瓶口表面的盐要铺厚一些
C. 配制卤汤时加的香辛料越多, 将来腐乳的口味越好
D. 加入卤汤后要用胶条将瓶口密封, 并将瓶口通过酒精灯火焰



应用创新

下面为制作腐乳的流程示意图, 请回答有关问题。



- (1) 让豆腐长出毛霉时的温度应该控制在_____；与南方相比, 北方制作腐乳时毛霉不容易在豆腐上生长, 可能的原因是: _____。
- (2) 选用豆腐时, 豆腐的含水量应控制在 70% 左右, 含水量过高则_____。