

普通高中课程标准实验教科书

生物 选修 1

生物技术实践 教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
生物课程教材研究开发中心



人民教育出版社

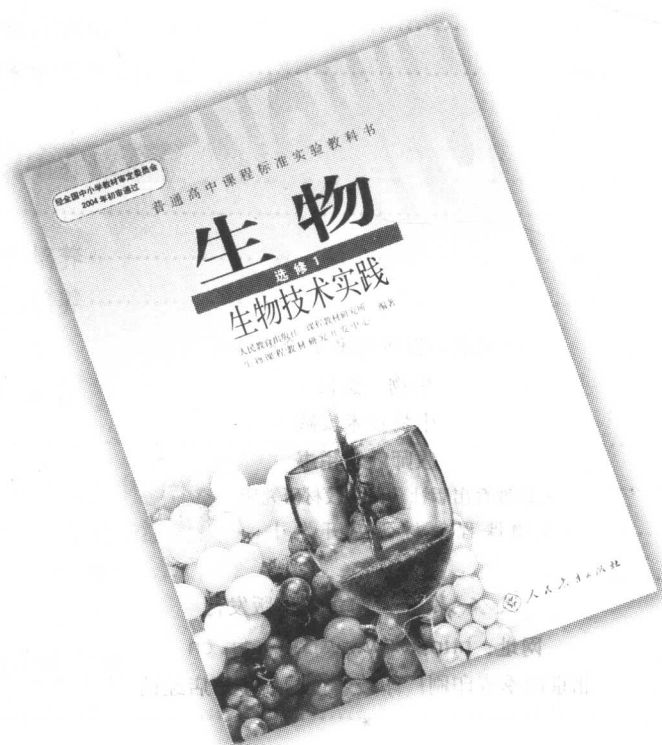
普通高中课程标准实验教科书

生物 选修1

生物技术实践

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所
生物课程教材研究开发中心 编著



人民教育出版社

主 编：

朱正威 孙万儒 赵占良

副主编：

王真真

编写人员：

朱正威 孙万儒 鲍平秋 吴成军 吴兢勤 石家骥

杨 柳 王建军 刘启宪 董 莉 张 慧 韩玉平

责任编辑：

吴兢勤

插图绘制：

刘 菊

普通高中课程标准实验教科书

生物 选修1

生物技术实践

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所

生物课程教材研究开发中心 编著

*

人民教育出版社 出版发行

网址：<http://www.pep.com.cn>

北京四季青印刷厂印装 全国新华书店经销

*

开本：890毫米×1240毫米 1/16 印张：3.75 字数：81 000

2004年6月第1版 2006年6月第5次印刷

ISBN 7-107-18084-3
G·11173 (课) 定价：4.20 元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版科联系调换。

(联系地址：北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081)

目 录

致教师	1
-----------	---

专题 1 传统发酵技术的应用	6
专题分析	6
课题 1 果酒和果醋的制作	7
课题 2 腐乳的制作	10
课题 3 制作泡菜并检测亚硝酸盐含量	12

专题 2 微生物的培养与应用	14
专题分析	14
课题 1 微生物的实验室培养	15
课题 2 土壤中分解尿素的细菌的分离与计数	17
课题 3 分解纤维素的微生物的分离	19

专题 3 植物的组织培养技术	22
专题分析	22
课题 1 菊花的组织培养	23
课题 2 月季的花药培养	25

专题 4 酶的研究与应用	27
专题分析	27
课题 1 果胶酶在果汁生产中的作用	28
课题 2 探讨加酶洗衣粉的洗涤效果	30
课题 3 酵母细胞的固定化	33

专题 5 DNA 和蛋白质技术	37
专题分析	37
课题 1 DNA 的粗提取与鉴定	38
课题 2 多聚酶链式反应扩增 DNA 片段	41
课题 3 血红蛋白的提取和分离	44

专题分析	50
课题1 植物芳香油的提取	50
课题2 胡萝卜素的提取	54

1.1 植物芳香油的提取	50
1.1.1 实验目的	50
1.1.2 实验原理	50
1.1.3 实验器材	50
1.1.4 实验步骤	50
1.1.5 实验结果	50
1.1.6 实验讨论	50
1.2 胡萝卜素的提取	54
1.2.1 实验目的	54
1.2.2 实验原理	54
1.2.3 实验器材	54
1.2.4 实验步骤	54
1.2.5 实验结果	54
1.2.6 实验讨论	54

致教师

《普通高中生物课程标准(实验)》内容标准部分,在对本选修模块的说明中指出:“本模块是实验课,所说的生物技术,是指广义的生物技术,而不同于(甚至主要不是)现代生物技术。内容包括微生物的利用、酶的应用、生物技术在食品加工中的应用和生物技术在其他方面的应用四部分。”这就是说,这是一门以学生为主体,通过实验设计和操作实践,学习科学探究的选修课程。

《标准》在课程思路中则指出:“生物技术实践模块重在培养学生设计实验、动手操作、收集证据等科学探究的能力,增进学生对生物技术的了解。本模块适于继续学习理工类专业或对实验操作感兴趣的学生学习。”这就是说,本模块并非只要学生埋头于实验操作,还要求学生了解生物技术在社会生活、生产、发展中的应用,对学生进行 STS 教育,并对选择学业(或职业)方向提供帮助。因为“继续学习理工类专业或对实验操作感兴趣的学生”这一群体,其学业志向和职业选择还将经历复杂的分化。

《标准》还说:“教师应根据本校的条件,指导学生选做本模块中的 5~7 个实验。”这就是说本选修模块的学习还存在着模块内部的选择性。

简言之,本选修模块既是一门学习科学探究的实践课程,又是一门生物科学技术应用于社会的 STS 课程,还是一门在教师指导下尊重学生各取所需、各展其长的课程。

一、学习本模块的意义和价值

本模块的教材内容以“专题——课题”形式展开,共分 6 个专题,依次是:传统发酵技术的应用,微生物的培养与应用,植物的组织培养技

术,酶的研究与应用,DNA 和蛋白质技术以及植物有效成分的提取。各个专题之间相对独立,没有严格的顺序关系。每个专题下设 2~3 个课题,大体上也相对独立,以利于师生选择 5~7 个课题,完成本模块的学习,获得 2 个学分。由于所选课题的不同,其学习意义和价值也会有所差异。下面就共同的意义和价值作简要的说明。

1. 较全面、真实地培养学生的科学探究能力

“倡导科学探究”作为课程理念是贯穿于全部必修和选修模块之中的。然而比之其他模块中的科学探究活动,课题展现的是更加真实、丰富和完整的科学探究情景,学生拥有从选择课题,了解、分析背景知识,理顺研究思路,设计实验流程,规范操作到评价结果的独立自主权,且由于最终需要获取某项“产品”,而具有实战演练的性质。概括地说,学生的自主性将在以下方面得到发挥。

- 学生自主选择(在教师指导下)课题,有利于调动学生的学习兴趣 and 特长。

- 学生自主研习和设计出可行的实验操作方案,并精心操作,这将全面培养学生的科学探究能力(课标规定有 11 项科学探究能力,见课标 P8~P9)。

- 在很多情况下,学生需要获取某种成果或产品,并拥有改进成果或产品的机会,而不是理论认识或简单的数据整理。这种真实性,带来了压力和挑战。

- 自我评价、相互评价,合作协调、小结反思等,将自然地贯穿于完成课题的全过程。

总之,这是在经学生选择后的任务驱动下的真实的科学探究实践,对提升科学探究能力,作

用巨大。

2. 较严格地、多方位地培养学生的实际操作能力

本模块教材中的课题，能否出色地完成，既依赖于实验方案设计的正确，还需一丝不苟的、精确而细致的操作。在我们的生物学课程中，过去对操作技能的要求相对狭窄，要求的精确性也不高，而本模块各课题，操作对象、方法技能多种多样，有许多都会因操作上的差之毫厘，导致结果的失之千里；有些还会因操作的失误而引发安全问题。

在以下方面，教师对学生应严格要求，这将有利于提升学生的实际操作能力，并保证课题的完成。

- 认清操作的目的和原理
- 了解操作对象和工具的性质
- 熟悉操作的顺序和要领
- 观察和分析操作的效果
- 多次练习操作的要领，熟能生巧
- 杜绝操作中的安全事故

教师应充分发挥指导和示范作用，并把操作能力细化为形成性评价的一部分。

3. 拓展和加深对生物科学技术知识的理解

探究需要相关的背景知识，这些背景知识常常是跨学科的。操作需要了解相关的原理，不应该是“照方抓药”。对于过程和结果的总结和反思，形成一份科学的、有价值的课题报告，更反映了撰写者的科学知识水准和思维的周严。

本模块的教学内容，并非实验指导手册那样简单。例如微生物的培养、纯化、分离和应用，对于中学生来说，完全是新的知识内容；组织培养中的花药培养，涉及被子植物花粉发育和单倍体育种的专门知识；酵母细胞的固定化，DNA的粗提取和PCR技术，血红蛋白的提取和分离等包含着现代生物科学技术的基础知识；植物有效成分的提取中有许多物理和化学知识的应用；即使是与生活密切相关的传统发酵技术和酶制剂的应用，也需要复习有关的基础知识。因此，本模块仍具有获取知识的教育价值。即使是技术操作，

本质上也是知识、原理的应用。

拓展和加深对生物科学技术知识的理解，其教育价值仍不应忽视。与其他必修、选修模块不同，本模块的学习是为了应用去获取知识，在实践过程中理解知识，目的性更强，也因此会理解得更透彻，掌握得更牢固。

4. 领悟科学、技术、社会的相互关系，凸显科技价值观的教育

本模块教材的专题和课题的选定，并非仅仅因为它们可以让学生学到某项生物技术，还考虑了它们的可行性，尤为重要是考虑了它们与社会生活、经济发展、科学研究需要的相关性。

在专题的引言中和课题的课题背景中都用简洁或富有情趣的文字指出了专题和课题与社会需求的关系，可大致归纳如下。

● 指向生活：如“人类利用微生物发酵制作果酒、果醋的历史，源远流长。与这悠久的历史一同沉淀的，是有关酒与醋的各种传说与文化……无论果酒还是果醋都具有一定的保健养生的功效。”——课题：果酒和果醋的制作。

● 指向生产：如“地球上的植物每年产生的纤维素超过70亿吨，其中40%~60%能被土壤中某些微生物分解利用，这是因为它们能够产生纤维素酶。对这些微生物的研究与应用，使人们能够利用秸秆等废弃物生产酒精，用纤维素酶处理服装面料等。而要研究这些微生物，首先要将它们从土壤中种类众多的微生物中分离出来。”——课题：分解纤维素的微生物的分离。此外，如酶的固定化技术，指向节约成本，提高产品质量；胡萝卜素的提取指向提高产品的附加值；植物组织培养指向快速繁育和单倍体育种；等等。

● 指向发展新兴科技：如“汇涓流而成江河，积跬步而致千里。在分子生物学领域，如果没有一项项分子生物学技术的成熟与积累，就没有分子生物学高速发展的今天……正是通过一项项技术上的突破，人类才能完成像人类基因组计划这样恢宏庞大的工程。在本专题中，我们将从基础入手，学习有关DNA和蛋白质的一些技术，或许这就是你迈向分子生物学研究的第一

步。”——专题：DNA 和蛋白质技术。

这些都说明教材从社会的需求出发，引导学生积极参与到生物技术实践的学习中来，使学生认识到自己的科学探究活动对推动社会的进步是有意义的。学生既领悟科学、技术、社会的相互关系，又增强了对科学技术社会价值的认识，并提高了社会责任感。

5. 砥砺科学精神，端正科学态度，鼓励创新

这是一个以科学探究实践为主的学习模块，在“做”科学中，需要一丝不苟，百折不回，埋头苦干的精神，需要求真务实，谦虚谨慎，严格要求的态度。对学生来说，是砥砺科学精神，端正科学态度的难得的锤炼机会。

本模块的大部分课题只是给出了基础知识和实验设计以及操作提示的简略框架，给学生留有创造的空间，学生完全可以遵循基本的原则和要求，对实验方法或予以改进，或独辟蹊径，可谓“条条大路通罗马”。此外课题延伸，也给学生以创造的机遇。因此，这也是一门鼓励创新的课。

二、教学内容的设计思路和呈现方式

1. 确定和安排好科学探究实践的专题和课题

课标中这部分的具体内容标准，为保证所有

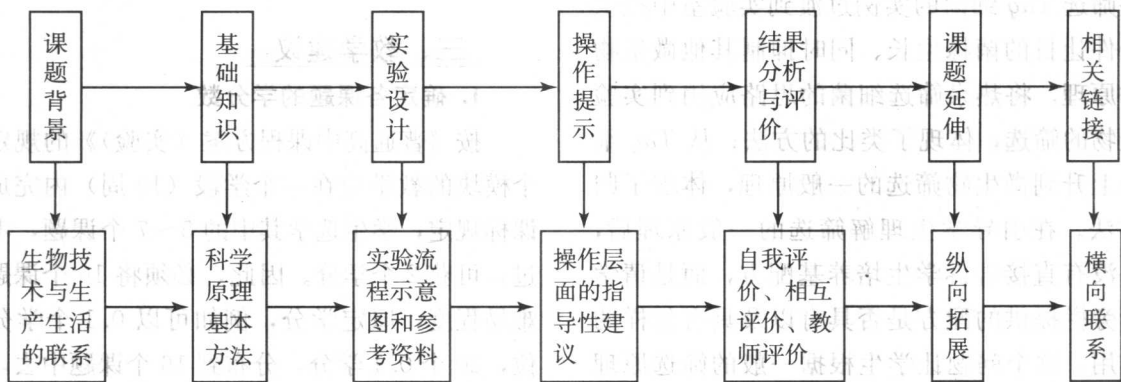
模块的表述形式的统一，仍分成“具体内容标准”和“活动建议”并列的两栏。据此编写教科书时，不能如其他模块那样以“具体内容标准”各条来分章或节，因为本模块称为“生物技术实践”，应以“活动建议”中的学生探究活动来分章或节。

此外，还必须对这些探究实践活动，进行比较科学的、便于学生选择学习的方式进行归类，于是归类为 6 个专题：传统发酵技术的应用，微生物的培养与应用，植物的组织培养技术，酶的研究与应用，DNA 和蛋白质技术，植物有效成分的提取。大体上遵循这样一个系统：从传统到现代，从微生物到植物，从培养技术到生化分析和提取。这也克服了课标中某些归类的不妥之处。

每一专题下设 2~3 个课题。顾名思义，课题是必须动脑动手去实践，去解决的问题，由此导入了科学探究实践过程。设 2~3 个课题，是因为同属一个专题范围的不同课题，完成过程中存在着内容、方法的相似性和教育价值的类同，便于学生从中挑选。

2. 构建便于教师教、学生学的课题结构

本模块中的大多数课题都采取了下图所示的结构，这也是课题在教科书中的呈现方式，部分课题结构略有调整。



教材的课题结构体现了科学研究的过程，实际是对科研领域研究工作的借鉴。这样，学生完成 5~7 个课题之后，不仅能掌握若干具体的生物技术，而且实践了科学研究的一般过程，能够达到课标对科学探究能力的 11 项初步学会的要求，并训练了科学思维、实际操作和一定的实践创新

能力。

从上图还可以看出呈现方式具有好教、好学的特点。

● 课题背景突出了与学生生活经验的联系，并高度注意某项生物技术与社会生活、或生产、或发展的关系，以调动学生探究的积极性。

● 融基础知识、实验设计和操作提示于一体,实际上提示学习过程(或教学过程)应关注知识和能力的统一,思维和实践的统一,学科学、做科学、用科学的统一。

● 以评价为杠杆,引导学生总结和反思,倾听不同意见,不断进取。评价又以学生自我评价和教师评价相结合,最终确定是否获得了该课题应得的学分,使考核落到实处。

● 课题延伸和相关链接体现了学习的开放性,鼓励有兴趣、有相应潜质的学生,得到进一步的发展。

3. 渗透科学思维、科学方法方面的训练

科学探究需要也锻炼科学思维和科学方法的运用,这是不言而喻的。这里说“渗透”,是因为学生已经学习过三个必修模块,在那里,科学方法是以显性方式凸现的。于是,基本的科学方法已经有了较好的基础。本模块的特点是实践,许多内容的组织都围绕着完成实践活动来展现,因此,科学思维和科学方法,常常是隐在其中。

举例来说,如课题:土壤中分解尿素的细菌的分离与计数,教材在介绍分离细菌的原理时,有意识地运用类比、归纳和演绎等思维方法。教材没有直接讲述筛选菌株的原理,而是从热泉高温条件筛选 *Taq* 细菌的实例过渡到实验室中提供有利条件让目的菌株生长、同时抑制其他微生物生长的原理。将热泉筛选细菌的思路应用到实验室微生物的筛选,体现了类比的方法;从 *Taq* 细菌筛选上升到微生物筛选的一般原理,体现了归纳的方法。在引导学生理解筛选的一般原理后,教材并没有直接告诉学生培养基配方,而是请学生分析旁栏提供的配方是否具有以及具有怎样的选择作用。这个问题让学生根据一般的筛选原理判断具体配方的作用,体现了演绎的方法。这些科学方法的训练,并没有标注于文字或凸显于栏目,是自然而然地渗透的。

同样,在土壤中分解尿素的细菌的分离与计数的操作中,重复和对照的设置是基本的和重要的方法。教材没有直接去讲这些方法,而是列举学生的实际做法。其一是统计菌落的数目。一同

学是涂布一个平板,获菌落数 230,另一同学则涂布了三个平板,获菌落数分别为 21、212、256,取平均值为 163。请学生自己来区别谁的结果更接近真实值;其二是一同学筛选出的菌落数远比其他同学多。该同学坚持自己的操作无误,是缘于所选土壤样品不同而造成的。但该同学并未设置对照,难以说服人。教材这样处理,是以生动的实例让学生领悟实验中重复和对照的重要性。

教材中还有大量的旁栏问题,大多是引导学生科学地思维,选择适当的科学方法。

4. 图文结合,化解技术操作的困难

本模块技术操作内容多,有些仅依靠文字叙述,不易掌握要领,因此配有较多的相片、图解,全书共 80 余幅。特别是难点部分,如微生物的培养与应用、DNA 和蛋白质技术,图示更多。

5. 实验室工作的有关规定或指导,集于附录

本模块的各课题都必须在实验室中完成,为方便实验的进行和保证实验操作的安全,在教科书的附录中,载有生物学实验室的基本安全规则,生物学实验中常用的国际单位,常用培养基配方,常用的消毒灭菌操作方法,常用化学抑菌剂。这几个附录,也有助于学校添置实验设备时进行参考。

三、教学建议

1. 确定各课题的学分

按《普通高中课程方案(实验)》的规定,每个模块的教学应在一个学段(10周)内完成。按课标规定,学生选学其中的 5~7 个课题,考核通过,可获 2 个学分。因此,必须将 16 个课题,按难易程度,厘定学分,例如可以 0.1 个学分为单位,20 个 0.1 学分,分布到 16 个课题中去,学生方能选学。似应以学分多少考虑,决定选 5 或 6 或 7 个课题。至于选 7 个以上,是否可以,并没有硬性规定。若有条件应鼓励多选多做。具体实施方案,可由各校厘定。

2. 从实际出发选择课题

《生物技术实践》中的课题从传统发酵技术到现代分子生物技术都有所涉及,可谓“基础”与

“现代”并重。但应明确，无论课题针对的是哪项具体技术，它都同样能够培养学生的科学探究能力。课题的教育价值并不因为技术是现代技术或是传统技术而提升或降低。教师在选择课题时，不要追求时髦，应该结合本地教学资源的实际情况做出合理取舍。

3. “学”围绕“做”

《生物技术实践》与所有其他生物课程的一大区别在于，几乎每个课题都要求制作产品。除个别情况外，产品均为物质实体，如葡萄酒、提纯的血红蛋白等。每个课题应围绕怎样做、怎样做得更好进行，即使是科学原理和实验技术的学习，也应围绕着“做”进行。教师在教学中要摆脱传统教学习惯的影响，将“做”摆在核心位置，让“学”围绕“做”。

4. 自学为主，指导为辅

《生物技术实践》强调学生的自主性，提倡自学和探究。教师在教学过程中需要保证学生的主

体地位，在基础知识、实验设计、实验操作等各环节都要让学生动起来，同时又要发挥好指导作用，注意进程控制，及时给予提示和指导，避免学生陷入无助或盲动的困境。

5. 确定有效评价体系

《生物技术实践》要求学生积极参与探究的全过程，包括实验设计、实验操作、结果分析、方法改进等多个环节。如何对学生的学习情况进行合理评价是一个值得深入研究的问题，教材中提供的评价标准仅供教师参考。在教学实践中，教师应根据实际情形确定准确和可操作的评价体系。

《生物技术实践》，是我国普通高中首次开设的一门生物课程。本模块教材的编撰，既是尝试，也是创新。期盼在教学实践中，能得到老师们的认可，更欢迎老师们提出宝贵的意见，共同建设好这门课程。

专题 1

传统发酵技术的应用

早在数千年前,人类还不了解微生物的时候,就已经能够将微生物利用于酿酒和制酱等生产过程。19 世纪中期,法国科学家巴斯德证明食品发酵是由于微生物的作用。如今,形形色色的发酵食品在食品业中占有重要的地位。本专题的学习是让学生在实验室条件下制作若干种传统发酵食品,学习相关的加工方法和基本的操作技能,并理解其科学原理。此外,还引导学生学习食品加工中某些有害物质的检测方法。

专题分析

一、教学目的要求

本专题的三个课题均依照课程标准制定的具体内容标准编排,其对应关系如下表。

具体内容标准	对应课题
运用发酵食品加工的基本方法	课题 1、课题 2、课题 3
测定食品加工中可能产生的有害物质	课题 3

在本专题的学习中,学生需要了解传统发酵食品的制作工艺,并能够动手实践。学生应当学会设计简易的实验装置,应当掌握发酵食品加工的基本原理和方法,学会摸索发酵的最佳条件,初步了解食品加工中产生的某些有害物质的检测方法。

二、技术要项

本专题围绕传统发酵食品的制作展开,主要操作技术归纳如下。

1. 果酒与果醋的制作技术。

2. 腐乳的制作技术。

3. 泡菜的腌制与亚硝酸盐含量的测定。

三、设备条件

本专题并不需要特殊的实验用具或器材,有条件的学校可以配置恒温培养箱,以便有效地控制发酵温度。

四、教学安排

本专题的 3 个课题相对独立,没有严格的先后顺序。值得注意的是,发酵过程需要较长的时间,有些长达一个月左右,因此教师要提前做好教学计划。本专题中的实验操作本身需要的时间并不长,但要求学生跟踪发酵过程,进行及时监测和记录。因此教师需要安排学生利用好课余时间,完成观察和记录的工作,并在实验结束的时候,安排实验结果的汇报、总结和讨论。

参考书目

1. 中国腐乳酿造。王瑞芝著,北京:中国轻工业出版社,1998。
2. 食品发酵与酿造工艺学。何国庆著,北京:中国农业出版社,2001。

3. 食品分析。《食品分析》编写组编，北京：中国轻工业出版社，1990。
4. 酱腌菜加工工艺与配方。牟增荣等著，北京：科学技术文献出版社，2002。

课题 1 果酒和果醋的制作

一、课题目标

说明果酒和果醋制作的原理，设计制作果酒和果醋的装置，完成果酒和果醋的制作。

二、课题重点与难点

课题重点：说明果酒和果醋的制作原理，设计制作装置，制作出果酒和果醋。

课题难点：制作过程中发酵条件的控制。

三、课题背景分析

课题背景从人类酿酒制醋的历史切入，说明酒与醋的制作不仅仅是发酵食品的制作加工，还是一种文化现象，反映了人类文明发展的足迹。教师可以充分利用这一素材，渗透 STS 教育。在此基础上，教材简述了果酒和果醋的特点及其在日常生活中的作用，以激发学生动手制作的兴趣。

四、基础知识分析与教学建议

(一) 果酒制作的原理

知识要点：1. 酵母菌的兼性厌氧生活方式；2. 发酵需要的适宜条件；3. 传统发酵技术所使用的酵母菌的来源。

教学建议：教师在介绍传统发酵酿酒时，首先应让学生了解酵母菌的兼性厌氧生活方式，理解发酵需要一定的条件，然后再介绍传统发酵方法，分析传统发酵技术中所使用的酵母菌的来源。最后，教师可以组织学生讨论，在发酵过程中，怎样才能保证发酵液不受污染、如何控制好温度。

(二) 果醋制作的原理

知识要点：1. 酒变醋的原理；2. 控制发酵条件的作用；3. 制醋所利用的醋酸菌的来源。

教学建议：教师可采用多种形式让学生了解由酒变醋的原理以及在制醋过程中醋酸菌的作用。例如，教师可以组织学生在查找资料的基础上进行讨论和交流。通过学生的自主活动，让学生了解传统制醋的流程、醋酸菌的生活特点、醋酸菌在自然界的分布以及使果酒变为果醋的方法等基础知识。

五、实验案例

制作葡萄酒和葡萄醋

建议将实验安排在秋季的 9 月或 10 月进行。在这段时间内进行实验，有如下优点：(1) 正值收获季节，葡萄的价格便宜，品种多样；(2) 此时葡萄上的酵母菌数量多且生活力强，发酵酿酒的效果好；(3) 温度适宜，发酵现象非常明显。实验的具体操作步骤如下。

1. 对发酵瓶、纱布、榨汁机、盛葡萄汁的器皿等实验用具进行清洗并消毒。先用温水反复冲洗几次，再用体积分数为 75% 的酒精擦拭消毒，晾干待用。

2. 取葡萄 500 g，去除枝梗和腐烂的子粒。

3. 用清水冲洗葡萄 1~2 遍除去污物，注意不要反复多次冲洗。

4. 用榨汁机榨取葡萄汁后，将其装入发酵瓶中（装置参见教材图 1-4b），或将葡萄打成浆后，用洁净的纱布过滤至发酵瓶中，盖好瓶盖。如果没有合适的发酵装置，可以用 500 mL 的塑料瓶替代，但注入的果汁量不要超过塑料瓶总体积的 2/3。

5. 将发酵瓶置于适宜的温度下发酵。

6. 由于发酵旺盛期 CO_2 的产量非常大，因此需要及时排气，以防止发酵瓶爆裂。如果使用简

易的发酵装置,如瓶子(最好选用塑料瓶),每天要拧松瓶盖2~4次,进行排气。

7. 10 d以后,可以开始进行取样检验工作。例如,可以检验酒味、酒精的含量、进行酵母菌的镜检等工作。

8. 当果酒制成以后,可以在发酵液中加入醋酸菌或醋曲,然后将装置转移至30~35℃的条件下发酵,适时向发酵液中充气。如果找不到醋酸菌菌种或醋曲,可尝试自然接种,但效果不是很好。如果没有充气装置,可以将瓶盖打开,在瓶口盖上纱布,以减少空气中尘土等的污染。

六、课题成果评价

(一) 果酒的制作是否成功

发酵后取样,通过嗅味和品尝进行初步鉴定。此外,还可用显微镜观察酵母菌,并用重铬酸钾检验酒精的存在与否。如果实验结果不理想,请学生分析失败原因,然后重新制作。

(二) 果醋的制作是否成功

首先通过观察菌膜的形成、嗅味和品尝进行初步鉴定,再通过检测和比较醋酸发酵前后的pH作进一步的鉴定。此外,还可以通过在显微镜下观察发酵液中是否有醋酸菌,并统计其数量作进一步鉴定。

七、答案和提示

(一) 旁栏思考题

1. 你认为应该先冲洗葡萄还是先除去枝梗?为什么?

答:应该先冲洗,然后再除去枝梗,以避免除去枝梗时引起葡萄破损,增加被杂菌污染的机会。

2. 你认为应该从哪些方面防止发酵液被污染?

提示:需要从发酵制作的过程进行全面的考虑。例如,榨汁机、发酵装置要清洗干净;每次排气时只需拧松瓶盖、不要完全揭开瓶盖等。

3. 制葡萄酒时,为什么要将温度控制在18~25℃?制葡萄醋时,为什么要将温度控制在30~35℃?

答:温度是酵母菌生长和发酵的重要条件。20℃左右最适合酵母菌繁殖,因此需要将温度控制在其最适温度范围内。而醋酸菌是嗜温菌,最适生长温度为30~35℃,因此要将温度控制在30~35℃。

4. 制葡萄醋时,为什么要适时通过充气口充气?

答:醋酸菌是好氧菌,在将酒精变为醋酸时需要氧的参与,因此要适时向发酵液中充气。

(二) [资料] 发酵装置的设计讨论题

请分析此装置中的充气口、排气口和出料口分别有哪些作用。为什么排气口要通过一个长而弯曲的胶管与瓶身连接?结合果酒、果醋的制作原理,你认为应该如何使用这个发酵装置?

答:充气口是在醋酸发酵时连接充气泵进行充气用的;排气口是在酒精发酵时用来排出CO₂的;出料口是用来取样的。排气口要通过一个长而弯曲的胶管与瓶身连接,其目的是防止空气中微生物的污染,其作用类似巴斯德的鹅颈瓶。使用该装置制酒时,应该关闭充气口;制醋时,应将充气口连接气泵,输入氧气。

(三) 练习

2. 提示:大规模生产时需要进行更为全面周详的考虑,如原料的来源与选择、菌种的培育与选择、发酵的设备、发酵条件的自动化控制,以及如何严格控制杂菌污染;等等。此外,无论是葡萄酒或葡萄醋,实验时所检测的发酵液,并非商品意义上的产品。在实际生产中还需沉淀过滤、灭菌装瓶等获得成品酒或醋。葡萄酒还需在一定设施和条件下(如橡木桶和地窖)进行后续发酵,以获得特定的风味和色泽。

3. 提示:需考虑厂房、设备投资、原材料采购、工人人数及工资、产品种类、生产周期、销售渠道、利润等问题。

八、参考资料

1. 葡萄酒的酿造

传统的葡萄酒酿造,都是采用自然发酵的工艺。所谓自然发酵,就是葡萄破碎入罐以后,不

去人为地添加任何菌种,靠葡萄本身携带的自然界的酵母菌,在葡萄浆或分离后的葡萄汁里自发地繁殖,最终发酵成葡萄酒。

温度对发酵的影响 酵母菌只能在一定温度下生活。温度低于 10°C ,酵母菌发育很缓慢。随着温度的升高,繁殖速度加快, 20°C 时为最佳繁殖温度,此时酵母菌生殖速度快、生活力强。超过 35°C ,酵母菌生长受到抑制,繁殖速度迅速下降,到 40°C 酵母菌停止出芽,开始出现死亡。如果想要获得高酒精浓度的发酵液、减少酒精的损耗,必须控制好发酵温度。

空气对发酵的影响 酵母菌繁殖需要空气。在完全隔绝空气的情况下,酵母菌繁殖几代就停止了。稍微与空气接触,酵母菌又能继续繁殖。如果长时间得不到空气,大部分的酵母菌就会死亡。要维持酵母菌长时间发酵,必须供给微量的氧气。

葡萄汁中酵母菌的种类 葡萄汁中酵母菌的种类大致可以分为以下三类。第一类是在发酵中起主要作用的酵母,即葡萄酒酵母或叫啤酒酵母。这种酵母发酵力强,产酒的风味好,生成有益的副产物多。在葡萄汁还没发酵之前,这种酵母占的比例很小;在发酵的过程中,这种酵母很快地繁殖起来,由它完成主要的发酵任务。第二类在葡萄汁中数量很大,但发酵力很弱,其代表是尖端酵母。在新压榨的葡萄汁中,尖端酵母和葡萄酒酵母的比例约为 $1\,000:1$ 。在发酵开始时,这种发酵力弱的酵母先引起发酵。在以后的发酵过程中,它的作用逐渐被葡萄酒酵母所代替。第三类是一种产膜的好气性酵母菌。当发酵容器未灌满时,产膜酵母便会在葡萄汁液面生长繁殖,使葡萄汁变质。

发酵是酿造葡萄酒最重要的过程。葡萄汁变成葡萄酒的过程就是酵母菌的酒精发酵过程。发酵过程非常复杂,其主要产物是乙醇和二氧化碳,此外还有其他的副产物。不难设想,如果发酵的最终产物只是乙醇和二氧化碳,而不产生有香味和有口味的物质,那么发酵而成的酒,口味就太单调了。

2. 对葡萄酒有害的微生物

产膜酵母 由于产膜酵母是好气性真菌,所以在卫生条件差的情况下,如贮酒容器不满、暴露在空气中的表面积很大时,很容易产生产膜酵母。产膜酵母又叫酒花菌,最初在酒面繁殖时,形成雪花状的斑片,然后连成灰色薄膜,时间长了,就会在酒的液面上形成一个膜盖。产膜酵母能把乙醇分子氧化成乙醛,又把乙醛分子氧化成水和二氧化碳,从而使葡萄酒的酒精含量降低,酒味变淡薄。

乳酸菌 葡萄酒里的糖,为大多数细菌的繁殖提供了良好的营养物质,所以含糖的葡萄酒是最容易被细菌感染的。葡萄酒中有一种有害的乳酸菌,它不分解苹果酸,专门分解葡萄酒中的糖、甘油、酒石酸,使优质的葡萄酒完全变质。

醋酸菌 是一种好气性细菌,在有氧的条件下才能进行旺盛的代谢活动。葡萄汁中的糖,是醋酸菌重要的碳源和能源。在有氧的情况下,醋酸菌能把葡萄汁中的糖分解成醋酸。在葡萄酒中缺少糖源的情况下,酒精便是醋酸菌的碳源和能源,它将乙醇变为乙醛,再变为醋酸。

3. 果醋的生产制作过程

清洗 将水果或果皮、果核等投入池中,用清水冲洗干净,拣去腐烂部分与杂质等,取出沥干。

蒸煮 将上述洗净的果物放入蒸气锅内,在常压下蒸煮 $1\sim 2\text{ h}$ 。在蒸煮过程中,可上下翻动二三次,使其均匀熟透。然后降温至 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$,加入为原料总重量 10% 的用黑曲霉制成的麸曲,或加入适量的果胶酶,在 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 下,糖化 2 h 。

榨汁 糖化后,用压榨机榨出糖化液,然后泵入发酵用的木桶或大缸,并调整浓度。

发酵 糖化液温度保持在 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$,加入酒母液进行酒精发酵,接种量(酒母液量)为糖化液的 $5\%\sim 8\%$ 。发酵初的 $5\sim 10\text{ d}$,需用塑料布密封容器。当果汁含酸度为 $1\%\sim 1.5\%$ 、酒精度为 $5\sim 8$ 度时,酒精发酵已基本完成。接着将果汁的酒精浓度稀释至 $5\sim 6$ 度,然后接入 $5\%\sim 10\%$ 的

醋酸菌液,搅匀,将温度保持在 30°C ,进行醋酸静置发酵。经过2~3 d,液面有薄膜出现,说明醋酸菌膜形成,一般1度酒精能产生1%的醋酸,发酵结束时的总酸度可达3.5%~6%。

过滤灭菌 在醋液中加入适量的硅藻土作为助滤剂,用泵打入压滤机进行过滤,得到清醋。滤渣加清水洗涤1次,将洗涤液并入清醋,调节其酸度为3.5%~5%。然后将清醋经蒸气间接加

热至 80°C 以上,趁热入坛包装或灌入瓶内包装,即为成品果醋。

上述液体发酵工艺,能保持水果原有香气。但应注意,酒精发酵完毕后,应立即投入醋酸菌,最好保持 30°C 恒温进行醋酸发酵,温度高低相差太大,会使发酵不正常。如果在糖化液中加入适量饴糖或糖类混合发酵,效果更好。

课题2 腐乳的制作

一、课题目标

以制作腐乳为例了解传统发酵技术的应用,说明腐乳制作过程的科学原理,设计并完成腐乳的制作,分析影响腐乳品质的条件。

二、课题重点与难点

课题重点:说明腐乳制作过程的科学原理,设计并完成腐乳的制作。

课题难点:在实践中摸索影响腐乳品质的条件。

三、课题背景分析

课题背景首先介绍了腐乳是一种发酵的大豆食品,其制作在我国已有悠久的历史。豆腐中的蛋白质和脂肪经微生物分解为小分子肽、氨基酸和甘油、脂肪酸等,再经加工腌制成为腐乳,其主要生产过程离不开微生物的发酵。教师教学时可从学生熟悉的腐乳类型入手,逐步引入制作腐乳需经一定种类微生物的发酵。有条件的学校还可以组织学生到腐乳生产厂家进行参观,了解腐乳的制作过程,然后自己动手制作腐乳。教师还可以发动学生在课外查阅资料,了解更多的有关腐乳生产的背景知识。

四、基础知识分析与教学建议

知识要点:相关的微生物,如毛霉等在腐乳

制作中的作用。

教学建议:教师可以利用关于腐乳制作方法的传说,结合旁栏思考题,组织学生讨论,认识微生物的发酵作用,总结腐乳制作的大致过程。

五、实验案例

制作腐乳

实验的具体操作步骤如下。

1. 将豆腐切成 $3\text{cm}\times 3\text{cm}\times 1\text{cm}$ 的若干块。所用豆腐的含水量为70%左右,水分过多则腐乳不易成形。水分测定方法如下。

精确称取经研钵研磨成糊状的样品5~10 g(精确到0.02 mg),置于已知重量的蒸发皿中,均匀摊平后,在 $100\sim 105^{\circ}\text{C}$ 电热干燥箱内干燥4 h,取出后置于干燥器内冷却至室温后称重,然后再烘30 min,直至所称重量不变为止。

样品水分含量(%)计算公式如下。

$$\frac{\text{烘干前容器和样品质量}-\text{烘干后容器和样品质量}}{\text{烘干前样品质量}}\times 100\%$$

2. 将豆腐块平放在铺有干粽叶的盘内,粽叶可以提供菌种,并能起到保温的作用。每块豆腐等距离排放,周围留有一定的空隙。豆腐上面再铺上干净的粽叶。气候干燥时,将平盘用保鲜膜包裹,但不要封严,以免湿度太高,不利于毛霉的生长。

3. 将平盘放入温度保持在 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ 的地方。毛

霉逐渐生长,大约 5 d 后豆腐表面丛生着直立菌丝。

4. 当毛霉生长旺盛,并呈淡黄色时,去除包裹平盘的保鲜膜以及铺在上面的粽叶,使豆腐块的热量和水分能够迅速散失,同时散去霉味。这一过程一般持续 36 h 以上。

5. 当豆腐凉透后,将豆腐块间连接在一起的菌丝拉断,并整齐排列在容器内,准备腌制。

6. 长满毛霉的豆腐块(以下称毛坯)与盐的质量分数比为 5:1。将培养毛坯时靠近平盘没长直立菌丝的一面统一朝向玻璃瓶边,将毛坯分层摆放在容器中。分层加盐,并随着层数的加高而增加盐量,在瓶口表面盐要铺厚些,以防止杂菌从瓶口进入。约腌制 8 d。

7. 将黄酒、米酒和糖,按口味不同而配以各种香辛料(如胡椒、花椒、八角茴香、桂皮、姜、辣椒等)混合制成卤汤。卤汤酒精含量控制在 12% 左右为宜^[注]。

[注] 酒精含量的高低与腐乳后期发酵时间的长短有很大关系。酒精含量越高,对蛋白酶的抑制作用也越大,使腐乳成熟期延长;酒精含量过低,蛋白酶的活性高,加快蛋白质的水解,杂菌繁殖快,豆腐易腐败,难以成块。

8. 将广口玻璃瓶刷干净后,用高压锅在 100 °C 蒸汽灭菌 30 min。将腐乳咸坯摆入瓶中,加入卤汤和辅料后,将瓶口用酒精灯加热灭菌,用胶条密封。在常温情况下,一般六个月可以成熟。

六、课题成果评价

(一) 是否完成腐乳的制作

学生是否完成腐乳的制作依据是:能够合理地选择实验材料与用具;前期发酵后豆腐的表面长有菌丝,后期发酵制作基本没有杂菌的污染。

(二) 腐乳质量的评价

制作成功的腐乳应该具有以下特点:色泽基本一致、味道鲜美、咸淡适口、无异味、块形整齐、厚薄均匀、质地细腻、无杂质。

(三) 能否总结不同条件对腐乳风味和质量的影响

学生能从盐、酒的用量、发酵的温度、发酵

时间的长短,以及香辛料等因素中的某一因素来说明其对腐乳风味或质量的影响。

七、答案和提示

(一) 旁栏思考题

1. 你能利用所学的生物学知识,解释豆腐长白毛是怎么回事?

答:豆腐上生长的白毛是毛霉的白色菌丝。严格地说是直立菌丝,在豆腐中还有匍匐菌丝。

2. 王致和为什么要撒许多盐,将长毛的豆腐腌起来?

答:盐能防止杂菌污染,避免豆腐腐败。

3. 我们平常吃的豆腐,哪种适合用来做腐乳?

答:含水量为 70% 左右的豆腐适于作腐乳。用含水量过高的豆腐制腐乳,不易成形。

4. 吃腐乳时,你会发现腐乳外部有一层致密的“皮”。这层“皮”是怎样形成的呢?它对人体有害吗?它的作用是什么?

答:“皮”是前期发酵时在豆腐表面上生长的菌丝(匍匐菌丝),它能形成腐乳的“体”,使腐乳成形。“皮”对人体无害。

(二) 练习

1. 答: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。

八、参考资料

1. 豆腐的营养成分

大豆是一种富含蛋白质的植物性食物资源,其蛋白质含量达到 36%~40%。经常食用大豆或大豆制品,可有效补充食物中的蛋白质。同时,大豆中含有约 18% 的脂肪,还含有硫胺素、尼克酸、维生素 A 等多种维生素以及钙、磷、铁等矿物质,对人体具有良好的保健作用。

2. 毛霉菌

毛霉是一种低等丝状真菌,属接合菌亚门、接合菌纲、毛霉目、毛霉科。毛霉的种类很多,在自然界广泛分布。毛霉生长迅速,能产生发达

的白色菌丝。毛霉菌丝呈棉絮状，无隔膜，有多个细胞核，可以通过孢囊孢子进行无性繁殖。毛霉是食品加工业中的重要微生物，它可以产生能够分解大豆蛋白的蛋白酶，常用于制作腐乳和豆豉。

3. 腐乳的生产工序及发酵机理

以大豆为原料酿制腐乳的过程主要是豆腐所含蛋白质发生生物化学反应的过程。研究这一过程所涉及的学科，除了生物化学之外，还包括物理化学、胶体化学和高分子物理学等。

酿造腐乳的主要生产工序是将豆腐进行前期

发酵和后期发酵。前期发酵所发生的主要变化是毛霉在豆腐（白坯）上的生长。发酵的温度为 $15\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，此温度不适于细菌、酵母菌和曲霉的生长，而适于毛霉慢慢生长。毛霉生长大约5 d后使白坯变成毛坯。前期发酵的作用，一是使豆腐表面有一层菌膜包住，形成腐乳的“体”；二是毛霉分泌以蛋白酶为主的各种酶，有利于豆腐所含有的蛋白质水解为各种氨基酸。后期发酵主要是酶与微生物协同参与生化反应的过程。通过腌制并配入各种辅料（红曲、面曲、酒酿），使蛋白酶作用缓慢，促进其他生化反应，生成腐乳的香气。

课题3 制作泡菜并检测亚硝酸盐含量

一、课题目标

尝试制作泡菜，并尝试用比色法测定泡菜中亚硝酸盐含量的变化。讨论与此相关的食品安全问题。

二、课题重点与难点

课题重点：制作泡菜并测定泡菜中亚硝酸盐含量。

课题难点：泡菜中亚硝酸盐含量的测定。

三、课题背景分析

课题背景通过日常生活中人们喜爱的泡菜食品，引入主题——制作泡菜并测定泡菜中亚硝酸盐含量，引导学生关注食品安全，维护身体健康。教师教学时，可以让学生列举一些自己喜欢的泡菜，以充分调动学生的兴趣，激发学生的求知欲，从而顺利进入本课题的研究。

四、基础知识分析与教学建议

（一）乳酸菌发酵

知识要点：1. 乳酸菌在自然界的分布；2. 乳酸菌发酵的原理。

教学建议：教师在介绍乳酸菌的相关知识时，

可以利用教材上的图片，也可以发动学生搜集资料，以增进学生对乳酸菌的感性认识，使学生能够有效地将生物学知识与日常生活相联系。

（二）亚硝酸盐

知识要点：1. 亚硝酸盐的有关知识；2. 我国食品卫生标准规定的亚硝酸盐含量标准；3. 亚硝酸盐的危害。

教学建议：讲解亚硝酸盐的知识时，教师可引导学生将生物学内容与有关化学知识结合起来思考，引导学生认识亚硝酸盐的危害，启发学生利用已有知识寻求简单而有效的鉴定亚硝酸盐的方法。

五、实验安排及注意事项

氢氧化铝乳液的配制

将125 g 硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}]$ 溶解在1 000 mL 蒸馏水中，形成氢氧化铝胶状物（为促进胶状物的形成，可适当加入氨水溶液，使pH为4）。利用真空抽滤瓶对胶状物进行真空抽滤，并用蒸馏水反复洗涤沉淀，直至洗涤液分别用氯化钡或硝酸银溶液检验不发生混浊为止。取沉淀物，加适量蒸馏水，将胶状物沉淀调至稀浆糊状，捣匀备用。制备的氢氧化铝胶体能吸附泡菜汁液