

基于科学思维的高中生物学实验教学设计

——以“探究酵母菌细胞呼吸的方式”为例

邹 燕

扬州大学生物科学与技术学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2024年1月12日; 录用日期: 2024年2月15日; 发布日期: 2024年2月22日

摘 要

科学思维是生物学核心素养的重要组成部分, 而生物学实验教学是培养学生科学思维的重要阵地。本文以“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验为例, 在设计过程中以学生为课堂中心, 让学生在实验教学中体验科学探究的一般过程, 充分发展科学思维和科学探究能力。

关键词

科学思维, 高中生物学实验, 实验教学

Instructional Design of High School Biology Experiments Based on Scientific Thinking

—Taking “Exploring the Cellular Respiration of Yeast” as an Example

Yan Zou

College of Bioscience and Biotechnology, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: Jan. 12th, 2024; accepted: Feb. 15th, 2024; published: Feb. 22nd, 2024

Abstract

Scientific thinking is an important component of core biological literacy. Biology experimental teaching is an important battlefield for cultivating students' scientific thinking. The article takes

the experiment of “exploring the cellular respiration of yeast” as an example. In the design process, students are centered in the classroom, allowing them to experience the general process of scientific exploration in experimental teaching, fully developing scientific thinking and exploration abilities.

Keywords

Scientific Thinking, High School Biology Experiment, Experimental Teaching

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景

2018年1月16日,我国教育部颁布了《普通高中生物学课程标准(2017年版)》(以下简称“新课标”),其中明确指出要培育学生的科学思维。科学思维是指尊重事实和证据,崇尚严谨和务实的求知态度,运用科学的思维方法认识事物、解决实际问题的思维习惯与能力[1]。科学思维的培养已经成为培养学生生物学核心素养的重要内容,它既是树立生命观念和社会责任的基础,也是培养科学探究能力的前提条件,是学生全面发展的必备能力和迫切需求[2]。因此,培养学生的科学思维迫在眉睫。

生物学实验是培养科学思维的重要阵地。新课标中将生物学实验定义为:教师有组织的引导学生在学校生物实验室或校园内外开展的一种教学活动,既可以是观察、动手做这一类的实践活动,也可以是解决问题的探究活动[1]。中学生物学实验能为学生创造一个体验科研工作者进行实验的环境,将自己代入科研工作者,耳濡目染地培育科学思维。因此,中学生物学实验是培养学生科学思维的良好机会。

本文以“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验为例,旨在通过探究性实验的教学培养学生的科学思维,将科学思维落实于生物学实验教学中,从而发展学生团队协作能力、科学探究能力及创造性思维等。

2. 教材分析与设计思路

“探究酵母菌细胞呼吸的方式”是人教版高中生物学必修一第五章第三节“细胞呼吸的原理和应用”第一课时的内容,是学生在学完酶、ATP等相关知识后,通过本探究性实验引出“细胞呼吸”相关概念的学习。本节内容可以让学生通过探究性实验掌握酵母菌的相关知识,初步理解有氧呼吸和无氧呼吸的概念,便于后续学习有氧呼吸和无氧呼吸的过程、场所及物质变化等相关知识[2]。

本文通过日常生活经验导入新课,提出问题激发学生的学习兴趣,结合学生已学的知识,引导学生作出假设,由此形成两个探究性课题:探究酵母菌在有氧条件下细胞呼吸的产物、探究酵母菌在无氧条件下细胞呼吸的产物[2]。接着让学生自主设计实验、进行实验验证假设,最后通过各个小组之间的交流与讨论得出科学的结论。教师充分将科学思维贯穿于学生的科学探究过程中,让学生利用科学思维,身临其境体验科学探究的过程。

3. 教学目标

- 1) 通过探究性实验,说出酵母菌细胞呼吸的方式及其产物,并能独立完成产物的检测方法。
- 2) 通过小组合作完成实验设计,实施实验方案,分析实验过程中出现的问题,并运用科学术语汇报实验结果。

3) 通过探究性实验, 提高勇于探索的创新精神和合作精神, 发展科学思维。

4. 教学过程

4.1. 结合生活实际, 导入新课

教师在“探究酵母菌细胞呼吸的方式”的实验前结合生活实际, 创设这样一个情境: 教师展示并讲解酵母菌相关图片和资料, 让学生回忆初中阶段所学相关知识并进行补充。之后播放馒头发酵和葡萄酒酿造的过程视频, 强调酵母菌在其中的作用。

设计意图: 结合生活实际导入新课, 将科学知识与生活实例相结合, 激发学生的学习兴趣。

4.2. 提出问题, 设置悬念并作出假设

教师引导学生仔细观察视频, 结合所学并思考: 在发酵和酿酒的过程中, 酵母菌的细胞呼吸起到了什么作用[3]? 这时学生可能的回答: 酵母菌在细胞呼吸的过程中可能会产生气体, 从而使面团发酵; 可能会产生酒精, 从而进行酿酒。接着, 教师继续提问激疑: 那么酵母菌进行细胞呼吸是否必须需要氧气呢? 其细胞呼吸的产物又是什么呢? 从而正式导入本节课的探究性实验“探究酵母菌细胞呼吸的方式”。

之后, 将全班学生分为 8 组, 通过观看“酿酒与发酵”的视频并结合教师所提出的问题, 引导学生积极思考后作出假设:

假设 1: 酵母菌在有氧条件下进行细胞呼吸, 产物中有 CO_2 ;

假设 2: 酵母菌在无氧条件下进行细胞呼吸, 产物中有 CO_2 和酒精。

根据学生作出的假设, 可以生成两个探究性实验课题: 探究酵母菌在有氧条件下细胞呼吸及其产物、探究酵母菌在无氧条件下细胞呼吸及其产物。接着分配小组进行实验活动: 小组 1、2、3、4 进行“探究酵母菌在有氧条件下细胞呼吸及其产物”实验, 小组 5、6、7、8 进行“探究酵母菌在无氧条件下细胞呼吸及其产物”实验。

设计意图: 通过与生活实例相关的提问及视频的播放, 激发学生强烈的学习兴趣和探究欲望, 从而引出本节课的教学内容。针对视频中的现象, 引导学生发现其中的生物学问题, 并运用科学思维提出了具有探究价值的生物学课题。

4.3. 设计实验, 验证假设

4.3.1. 实验材料及器材:

教师讲解教材中实验材料与器材, 指导学生进行实验材料的选择与实验装置的组装, 为学生后续自主进行实验奠定基础。

- 1) 实验材料: 酵母菌;
- 2) 实验器材: 锥形瓶、导管、橡皮塞、气泵、电子天平、量筒等;
- 3) 实验试剂: NaOH 溶液、澄清石灰水、溴麝香草酚蓝溶液、酸性重铬酸钾溶液等。

4.3.2. 实验产物检验:

教师播放实验产物检验视频, 并讲解检验 CO_2 的两种方式: 利用澄清石灰水溶液和利用溴麝香草酚蓝溶液, 并让学生比较这两种方法各自的优缺点。接着继续讲解利用酸性重铬酸钾溶液检验酒精的原理与步骤, 帮助学生学会产物的检验方法, 着重强调检验的原理, 以及在产物检验的过程中溶液颜色的变化。

设计意图: 本实验耗时较长, 学生无法在课堂上完整地进行整个探究实验。详细讲解实验材料的特

征与实验装置的装配有利于提高实验效率，帮助学生完成接下来的实验设计过程。实验产物的检验在课堂上学生没有时间亲自体验，通过播放视频和教师讲解的方式，让学生充分掌握该部分知识点。

4.3.3. 实验设计和实验操作

教师进行本实验原理的分析、实验装置的装配、实验产物的检验，为后续实验操作奠定基础。讲解结束后，教师给学生布置探究性实验任务，安排学生以小组为单位进行交流讨论，结合一开始作出的实验假设，完成实验设计并填写实验设计表(见表 1)，接着请各小组派代表展示小组的实验设计成果，全班一起交流讨论。

Table 1. Experimental design table for “exploring the cellular respiration of yeast”

表 1. “探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验设计表

组号	组长	组员
实验课题		
实验材料		
实验装置示意图		
实验过程		
实验结论		

教师在一旁补充引导，帮助各个小组在交流讨论的基础上进一步优化实验方案，最终共同完成实验方案设计。

设计意图：让学生自主设计实验方案，在全班讨论的过程中充分调动并培养学生的科学思维。在不断优化实验方案的过程中体验本实验的重点与难点，发展学生的创造性思维与团队协作能力。

4.4. 依据方案，进行实验

实验方案设计完成之后，教师布置任务，要求学生以小组为单位依据实验方案进行实验操作，在实验的过程中及时完成“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验记录表(见表 2) [4]。在学生进行实验的过程中，教师要注意仔细巡视整个班级。在巡视过程中教师要仔细观察学生的实验进度，把握整个课堂进度。教师对学生在实验操作过程中出现的问题及操作失误及时进行纠正与示范。

Table 2. Experimental record table for “exploring the cellular respiration of yeast”

表 2. “探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验记录表

组号	组长	组员
实验课题		
实验假设		
预期结果		
结果检测	现象	结论
CO ₂ 的检测 (利用澄清石灰水)		
CO ₂ 的检测 (利用溴麝香草酚蓝溶液)		
酒精的检测 (利用酸性重铬酸钾溶液)		

设计意图：在学生自主设计实验方案之后，教师引导学生根据方案进行实验，通过方案的实施，锻炼学生实践能力与团队合作精神，在整个实验过程中充分体验实验原理，将理论和实际相结合。

4.5. 分析结果，交流讨论

实验结束后，各小组派代表展示本小组的实验成果，阐明是否符合预期，假设是否正确。经过全班同学的共同讨论与教师的补充，最终得出正确的科学结论。成果展示后，学生总结在实验过程中的感悟与经验。如果实验成功，组织学生思考实验过程中是否有需要改进的地方；如果实验失败，则组织学生分析导致实验失败的原因，并提出解决方案。最后，总结实验过程后教师进一步提出新的问题，如：

① 有氧呼吸和无氧呼吸中产生的 CO_2 的量相同吗？

② 有氧呼吸和无氧呼吸的过程是怎样的？

从而引发学生进一步思考，为接下来第二课时学习有氧呼吸和无氧呼吸的过程设置悬念。

设计意图：不同小组通过对实验结果的展示与交流，得出科学的实验结论，学生亲历科学探究的一般步骤[2]。学生在分析实验结果的过程中思维得以延伸，充分利用和培养其科学思维，并在尊重实验事实的前提下，用科学思维去解决这些问题，并培养科学探究能力。

4.6. 评价与反思

在本节课末尾，教师重提课前播放的视频“发酵与酿酒”，让学生根据本节课的实验做出解释，起到首尾呼应的作用。教师进一步补充酵母菌在日常生活中及工业生产中的作用，让学生进一步了解酵母菌，培养学生的社会责任意识。最后，教师让学生课后继续思考在讨论过程中所提出的新问题，给学生留下了充分的想象空间。

设计意图：在本节课最后补充与社会生产相关的知识，进一步培养学生的生物学核心素养，提高学生的社会责任意识。留下思考题让学生课后思考，可以为下一节课设置悬念，调动学生的学习兴趣，并对本节课所学内容进行复习回顾。

5. 教学反思

生物学课程要求学生主动地参与学习，成为课堂的主人，在亲历提出问题、做出假设、检验假设、交流与讨论等过程中习得生物学知识，形成科学思维，发展科学探究能力。探究性实验教学策略是发展学生科学思维的有效途径，给学生一个进行相互交流、质疑反驳、修正深入的平台，有利于提高学生科学探究、推理和批判性思维等能力，也有利于学生对生物学核心概念的建构和对科学探究活动的深层理解与学习[5]。

本节课注重学生自主通过实验进行探究，整个实验内容复杂且耗时较长，教师在学生在进行实验时要注意在一旁做好引导工作。通过小组合作设计实验、实施实验，也可以提高学生的合作能力与交流讨论能力。

本教学设计依据课程标准和教科书，让学生依据科学探究的基本方法来设计实验、进行实验、验证假设，在身临其境的过程中培养学生的探究精神和创造性思维等科学思维品质。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 李小玲. 基于学科核心素养的“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验教学设计[J]. 生物学教学, 2019, 44(8): 51-53.
- [3] 彭二雄. 提炼生活经验引导合作探究——“探究酵母菌细胞呼吸的方式”活动课例[J]. 生物学通报, 2016, 51(12):

40-42.

- [4] 王丽. 基于学科核心素养的“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验教学设计[J]. 生物学教学, 2018, 43(7): 38-40.
- [5] 蔡国盛. 论证探究式教学在初中生物学课堂中的实践[J]. 生物学教学, 2018, 43(12): 22-24.