

【教学研究】

基于 DBL 教学模式的高中 生物工程思维培育

崔敏霞

【摘要】《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》和人教版《生物学·选择性必修3·生物技术与工程》中都蕴含着工程思维。高中生物学可培育的工程思维要素包括系统性思维、创造性思维、权衡性思维、价值性思维和双赢性思维, DBL 教学模式与工程思维要素有着高度相关性。以发酵工程为例, 阐述了基于 DBL 教学模式的高中生物工程思维培育途径。

【关键词】工程思维; DBL 教学模式; 高中生物学; 教学实践

2018年发布的《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见》中指出, 培养、强化学生的工程能力和创新能力是国家战略和区域发展需要, 工程思维是工程教育的灵魂和重要组成部分, 其培养被视为工程教育的重点之一。工程思维是综合运用各种知识, 系统地、有规划地分析和解决各种实际问题的思维, 是具有集成性与综合性的高阶思维^[1]。工程思维通常在求效、求优的价值驱动下, 以解决具体问题为目标, 其特征有筹划性、规则性、综合集成性、构建性、权衡性、价值性等^[2]。

一、高中生物学可培育的工程思维要素

多位研究者认为中学阶段可培养的工程思维要素包括系统性思维、创造性思维、权衡性思维、价值性思维和双赢性思维^[2]。通过文献学习, 笔者认为高中生物学中的工程思维培养主要是指学生通过借鉴工程问题解决的范式、途径, 系统地、有规划地解决复杂的现实问题, 在此过程中培养上述工程思维要素: 综合运用学科知识创造性地解决问题, 进行系统、整体性设计即为系统性思维; 设计中需要考虑如何合理协调和匹配各种要素, 平衡各种利益关系, 即为权衡性思维; 设计和生产人类需要的产品的同时, 关注实际可行性和经济价值, 即需要有价值性思维; 生物工程生产需要法律、关注伦理、安全等方面的问题, 协调和平衡各种关系, 即为双赢思维。

(一) 普通高中生物学课程标准中的工程思维内涵

《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称“课程标准”)在课程基本理念“教学过程重实践”中指出“让学生积极参与动手和动脑的活动, 通过探究性学习活动或完成工程学任务, 加深对生物学概念的理解, 提升应用知识的能力, 培养创新精神”^[3], 明确提出了工程学在生物学教学中的重要作用; 课程目标中提出的“能认识到生物学在坚持人与自然和谐共处、促进科技发展、社会进步和提高人类生活质量等方面的重要贡献”^[3]与工程思维的双赢性思维、权衡性思维高度关联; 在学科核心素养的具体描述中也多处隐含了工程思维的培养目标, 其中科学思维和工程思维具有紧密的相互关联和互动关系, 它们具有共同特征, 也在多个方面存在不同^[4](见下页表1)。

(二) 教材中的工程思维内涵

课程标准中将“生物技术与工程”设置为一个独立的选择性必修模块。在《生物学·选择性必修3·生物技术与工程》中, 更加注重生物技术的工程实践^[5]。例如, 教材通过大量的“流程图”“过程示意图”“模式图”等显性化途径展示系统性思维; 依托单克隆抗体的设计和产生、ips细胞的诱导和获取等科学研究渗透创造性思维; 栏目和问题引导学生通过查阅资料、正确评估等方法发展权衡思维和价值思维。下页图1为选择性必修3第1章第3节“发酵工程及其应用”中与工程思维要素对应的教材内容。

表 1 科学思维与工程思维的关系

关系	科学思维	工程思维
相同点	思维特征	具有逻辑性、严谨性、科学性等
	思维方式	分析与综合、归纳与概况、模型与建模、创造性思维等
不同点	思维内容	探索和发现事物的本质和规律
	成果表现形式	科学理论、定理、规律等
	思维方法	假设→实验→验证→再假设
	评价标准	面向事实, 追求实证
内在联系	工程思维建立在科学思维基础上, 科学思维为工程思维提供支撑	

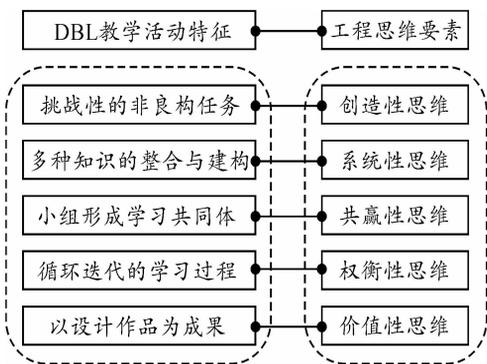


图 2 DBL 教学活动特征与工程思维要素的相关性

三、工程思维培育案例：“发酵工程”教学

(一) 准备阶段：设置情境，提出挑战

自古以来，江阴人有以纯糯米酿制老白酒的传统。近年来，江阴璜土镇大力开发了生态农场智慧葡萄园。请借鉴老白酒的酿造技术，设计葡萄酒的酿制并进行初步尝试。

(二) 设计阶段：完成相关初代设计

教师提供资料 1：播放老白酒酿制过程的视频，并针对视频中的相关操作和现象提出问题，引发学生思考。例如，米饭在缸中为何要“打洞”？为什么要穿“厚棉衣”？在酿制过程中密封的作用是什么？发酵后期为什么会“吐泡泡”？

教师提供资料 2：许多新鲜水果（含糖量较高）的果皮表面附着有大量不同种类的野生酵母菌。葡萄酒酵母发酵力强，产酒风味好，是发酵中起主要作用的酵母菌。

学生根据老白酒的制作过程，以小组为单位进行探讨，初步拟定葡萄酒酿制流程（下页图 4），并对以上问题的讨论，明确葡萄酒酿制过程需要控制的条件。例如，前期需要提供一定量的 O_2 ；温度应控制在 $18^{\circ}C \sim 30^{\circ}C$ 范围内；酒精发酵过程中应控制无氧条件；发酵过程中需要及时排气等。

(三) 评价阶段：基于评价反馈的迭代设计

1. 对发酵装置进行迭代改良设计

通过小组展示、组间互评等环节，学生针对初代简易发酵装置（透明带盖塑料瓶）提出疑问。例如，拧松瓶盖排气时可能会造成杂菌污染，如何确定两次排气间隔的时间，发酵过程中进行检测取样时容易造成杂菌污染，若未及时排气可能导致的结果等。针对以上问题，利用金属细管、塑料固定器、静脉注射用导管等器具，对发酵装置进行迭代设计。

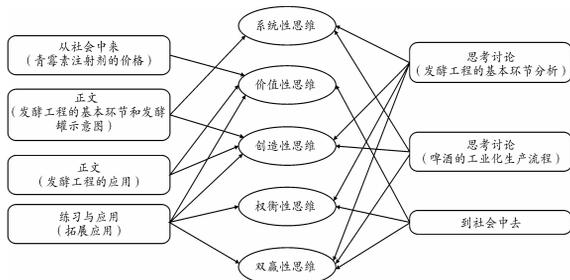


图 1 “发酵工程及其应用”教材栏目中的工程思维要素

二、高中生物学工程思维培育途径

基于设计的学习模式 (Design - based Learning, DBL) 是最早运用于科学和工程实践的教学法之一，强调学习过程的项目性、合作性、设计性、整合性和迭代性。DBL 教学模式通过真实情境下知识的整合，解决结构不良的问题，在循环、协作和讨论过程中，让学生展开对学习任务的设计、规划、决策等有意义的学习，从而培养学生的自主学习、合作沟通、设计思维和创造能力^[6]。DBL 教学模式的活动特征有制订设计非良构性任务、注重知识的迁移和建构、小组形成学习共同体、循环迭代的学习过程、以设计作品为成果等。由此可见，DBL 教学模式与工程思维要素有着高度相关性（图 2）。

笔者查阅资料后，综合了多种 DBL 教学流程，结合高中生物学培育的工程思维要素，构建了基于 DBL 教学模式的高中生物学工程思维培育途径（下页图 3）。

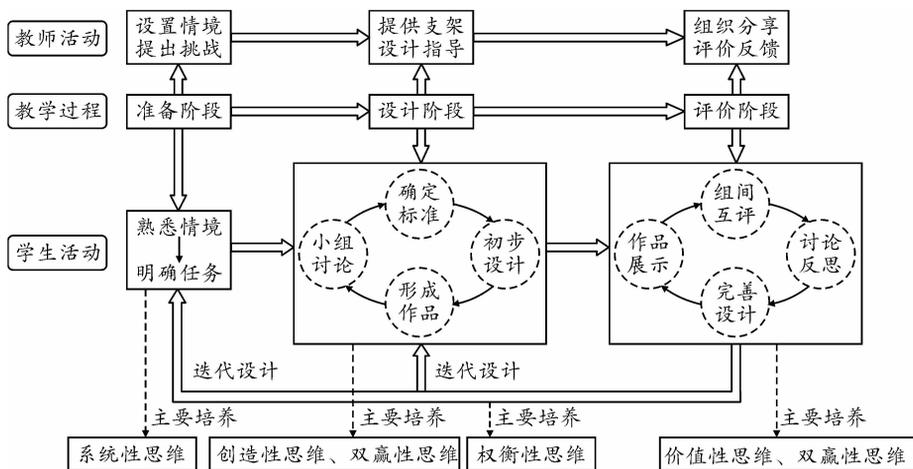


图3 基于DBL教学模式的高中生物学工程思维培育途径

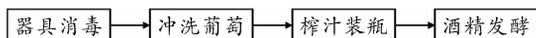


图4 初步拟定的葡萄酒酿制流程

2. 对发酵条件的控制进行迭代设计

通过小组展示、组间互评等环节,学生能充分认识到环境条件控制的重要性,氧气含量、温度、pH、杂菌污染等环境条件都会影响细胞代谢,且发酵过程也会影响环境条件。针对以上问题,对发酵过程中条件的控制方法进行迭代设计。

3. 对原料和菌种的选择进行迭代设计

根据资料,葡萄品种种类繁多,但真正能够酿造出高品质葡萄酒的品种仅有几十种。例如,尖端酵母在葡萄汁中数量很大但发酵力很弱,在有氧条件下,产膜酵母会在葡萄汁液面快速生长繁殖,使葡萄汁变质。

通过讨论,学生认为如果想要酿制出品质好的葡萄酒,首先需要了解葡萄品质,其次需要在葡萄汁中加入适量的高活性单一酵母菌菌种,并通过查阅资料或调查等方式了解哪种葡萄适合酿制葡萄酒。

通过小组展示、组间评价、教师引导和补充资料等教学活动,学生意识到初代设计的不足之处,充分认识到在发酵过程中条件控制、原料和菌种选择、发酵装置等问题的重要性,在此基础上进行迭代设计(图5)。

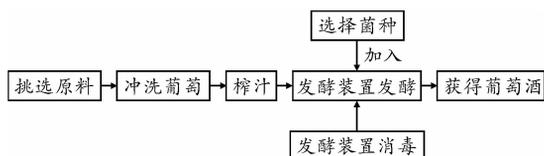


图5 葡萄酒酿制迭代设计流程

(四)迭代性任务:工业酿制葡萄酒的生产流程通过以上学习,学生已意识到少量制作转向大

规模生产时,会遇到许多新的问题,需要进行更为全面周详的考虑。例如,考虑原料的来源与选样、菌种的选育与培养、发酵设备的选择、发酵条件的自动化控制、发酵产品的质量控制、成本价格控制等。

参考文献:

- [1]邹国华. 工程思维及其在化学课程中的培养[J]. 学术纵横,2023(33):29-33.
- [2]李永胜. 论工程思维的内涵、特征与要求[J]. 洛阳师范学院学报,2015,34(4):12-18.
- [3]中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020:2-6.
- [4]李永胜. 科学思维、技术思维与工程思维的比较研究[J]. 创新,2017,11(4):27-34.
- [5]刘丹. 人教版高中《生物技术与工程》教材对于培养工程思维的价值[J]. 生物学教学,2021,46(8):9-12.
- [6]吴美霖. DBL视角下促进中学生深度学习的教学研究[D]. 昆明:云南大学,2019.

【作者简介】崔敏霞(1976-),女,大学本科学历,江苏省江阴市教师发展中心高级教师(214400)。

【原文出处】《中学生物教学》(西安),2024.2上. 8~11

【基金项目】江苏省教育科学“十三五”规划2020年度重点资助课题“基于大概念的高中生物学主题式教学研究”(No. B-a/2020/02/49)。