

基于工程学教育视域下的高中生物学复习策略

——以“基因工程的基本操作程序”为例*

黄 琴

四川省成都市石室中学 四川成都 610015

摘 要:工程学教育是培养学生工程学思维习惯和高阶思维能力的一种重要教学设计,既能实现科学教育与工程技术的融合,也能在解决实际问题的过程中培养学生的工程学思维能力,进而有助于学生养成系统性、创造性、批判性和筹划性的思维习惯。本文以“基因工程的基本操作程序”复习课为例,开展工程学教育实践研究。

关键词:工程学教育;高中生物学;基因工程;复习策略

文章编号:1003-7586(2024)06-0081-03 **中图分类号:**G633.91 **文献标识码:**B

1 工程学教育

工程学教育是一种跨学科且具有实践性的教育,它着重于培养学生的创新思维、实践能力、解决问题能力和团队合作精神。工程学教育不仅仅是培养未来工程师的基础,更提高了学生的综合素质,使其能够在不断变化的世界中持续适应和发展。

科学与工程学的整合是在共同利益和价值认同的基础上,针对工程学与科学教育各自独立又有一定内在联系的要素,按照某种规范进行组合、结构协调、相互配合的过程或结果。在分析科学和工程学的内涵和素养后,二者的整合基础就是科学的认识过程和工程学的改造过程,是实际问题密不可分两部分。科学的核心探究活动与工程学的核心设计过程相辅相成,工程学设计建立在科学认识的基础上,科学认识在工程学实践的基础上得到证识和稳定向上的发展。

2 工程学教育视域下的设计模型

工程学思维的基本逻辑是:确立目标—分解关键性结果—聚焦各个环节问题—探究攻克问题的技术—达成目标。在工程学教育的视域下,单元整体复习能够充分激发学生的学习兴趣,进而提高学生对于数学、科学相关知识的学习能力,以及学生解决问

题的能力、交流技术的能力和团队合作的能力。

近年来,我国的科学教育发展中,工程学也逐渐进入了中小学科学课程。《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》)中“生物技术与工程”作为一个独立的选择性必修模块安排在教学内容中。本文结合人教版普通高中教科书《生物学·选择性必修3·基因工程》第3章第2节“基因工程的基本操作程序”为例进行工程学教学设计。

3 教学设计思路

《课程标准》指出:“完成本模块学习后,学生应该能够结合生活或生产实例,举例说出发酵工程、细胞工程和基因工程等生物工程及相关技术的基本原理;针对人类生产或生活的某一需求,在发酵工程、细胞工程和基因工程中选取恰当的技术和方法,尝试提出初步的工程学构想,并进行简单的设计和制作”。本文结合本校学生学情,充分利用现有条件开展相关教学实践。

利用情境串联的方法更易于学生理解和掌握知识,也能有效调动学生的积极性。本节课以人重组胰岛素的情境为案例,从实际需求出发,整体把握,

*基金项目:(1)四川省教育厅人文社会科学重点研究基地—统筹城乡教育发展研究中心校本研究专项课题(TC-CXJY-2024-C27);(2)四川省成都市教育科研规划课题“二十四节气境脉下的劳动作业设计与实施路径研究”(CY2023ZS36);(3)四川省成都市教育科研规划课题“基于科学论证的高中生物学概念教学实践研究”(CY2021Y006)。

基于工程学教育开展“基因工程的基本操作程序”教学设计,思路如图 2 所示。

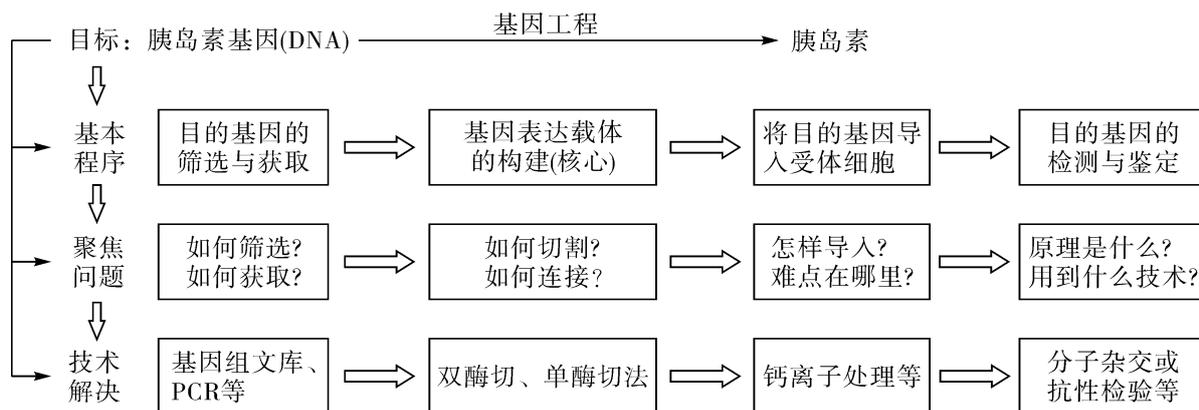


图 2 整体构建基因工程的基本操作程序

4 课堂教学过程实施

4.1 回顾旧知, 设问导入

教师对本册教材的封面主题进行设问,引出生物技术与工程是本册教材的重点,询问学生生物技术与工程有何联系,引起学生的认知困惑。最后,教师指出:科学提供了对自然界的注释,技术则将科学原理应用于认识和改造自然,工程学则综合运用多种技术生产满足人类需求的产品。

4.2 聚焦具体问题情境,培养工程学素养

以“重组人胰岛素的制备”为情境展开教学,构建胰岛素基因在受体细胞中表达过程的概念模型如图 3 所示。

DNA(胰岛素基因) → mRNA → 胰岛素

图 3 遗传信息的表达过程

按照工程学的设计思路,想要实现胰岛素的大规模生产,就需要借助基因工程技术来实现。教师需要准确描述重组人胰岛素的技术蓝图,引导学生思考如何实现跨物种的基因交流。

根据工程学教育的思维模型确定大目标下的关键结果,通过逆向思维分解工程学结构,按照目标—基本程序—聚焦问题—技术解决的环节进行教学。具体的教学策略以问题串的形式开展课堂教学和交流,教师需要根据每个环节设置问题引导学生,展开课堂复习。

4.2.1 目的基因的筛选与获取

教师围绕目的基因的筛选与获取,提出聚焦问题:①目的基因的来源是什么?受体细胞通常是什么生物?②实现跨物种细胞内的基因表达的生物学原理是什么?③胰岛素基因的筛选和获取需要考虑哪些因素?学生通过讨论分析,发现获取目的基

因需要用到聚合酶链式反应(PCR)技术,但是并不清楚其扩增的意义是什么。

针对 PCR 技术的原理和过程,提出问题:①与细胞内的 DNA 复制相比,引物有何异同?②需要的酶有何异同?③反应条件和形成过程有何异同?学生通过学习前后知识之间的联系,生生讨论并阅读教材完成以上问题。

4.2.2 目的基因表达载体的构建

目的基因表达载体的构建是基因工程操作的核心步骤,目的基因在受体细胞中稳定存在并能遗传给下一代。教师围绕以上内容,提出聚焦问题:①如何切割目的基因和运载体?切割后如何连接?②切割时需要考虑后续可能的问题有哪些?学生通过讨论和教师引导,分析单酶切法和双酶切法的优缺点,并尝试描述并构建出胰岛素基因表达载体的物理模型(见图 4)。

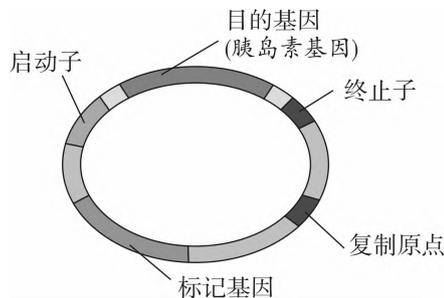


图 4 基因表达载体的物理模型

4.2.3 将目的基因导入受体细胞

教师围绕受体细胞中目的基因的导入,聚焦问题:①导入的难点是什么?②具体的实践方案是什么?③如何筛选导入目的基因的受体细胞?教师以胰岛素基因导入大肠杆菌为例,具体讲解使用钙离子处理受体细胞,处于感受态后导入目的基因的

过程和注意事项,使学生的思维显性化。进而由教师进行多元化评价,并且讲述转基因植物的导入方法有我国科学家独创的花粉管通道法以及农杆菌转化法等。此过程能让学生体验到存在多种技术方法解决问题,在工程学操作中需要根据具体问题寻找最佳方法。

4.2.4 目的基因的检测和与鉴定

这一环节的目的在于检查目的基因进入受体细胞后,其遗传特性表达的稳定性和持续性。教师围绕这一目标,聚焦问题:①基因检测的生物学原理是什么?②需要用到什么技术手段?③具体的工程学设计是什么?学生通过讨论认识到分子水平的检测可以采用PCR扩增后电泳、设计基因探针等技术进行DNA分子杂交,以及利用抗原—抗体的特异性结合,进行相关蛋白质水平的检验。

最后,总结本节课的复习内容,体验工程学教育理念在“基因工程的基本操作程序”复习课中的具体实践效果。从获得人重组胰岛素的整体目标出发,分析跨物种基因表达实现的基因工程技术,进而分解基因工程操作的基本程序,最后聚焦程序中的各个问题进行学习。学生在深入讨论中明确解决的方法和原理,充分考虑整个工程设计中各环节的相互影响,从而培养学生的统筹能力、批判性思维能力和解决实际问题的能力。在课堂复习中通过工程学教育落实生物学学科核心素养。

4.3 认同科学、技术、工程学融合的价值

本节复习课引导学生围绕实际生活中的问题,展开对生物学原理及工程学步骤的分析,聚焦每个基本环节的具体难点,结合生物学知识进行针对性的探讨,最后达成工程学教育的目标。教师引导学生实际体验工程学教育的过程,培养学生的工程学素养,达成高阶思维能力发展的目标。在复习课堂中,进行科学、技术与工程学的有机融合,实现了新课到复习课的学习概念进阶和能力发展进阶。

教师在生物学教学中,需要将科学、技术、工程学三者视为一个有机的整体,共同推动学生对生物学的深度理解与应用能力。生物学不仅是对生命现象的探索过程,更是科学方法、技术创新与工程实践的交汇点。例如,通过展示基因编辑技术的相关资料,引导学生理解基因如何编码生命信息,同时掌握

实验设计与数据分析的科学方法,进而思考如何保证安全、符合伦理地应用这些技术解决实际问题。此外,结合生态学原理,工程学方法可以被用于设计可持续的生态系统管理方案。例如湿地修复工程,让学生亲身体验从理论到实践的过程,从而发展跨学科视野及生物学学科核心素养。通过以上教学模式,生物学不再是一门孤立的学科,而是连接科学发现与技术创新的桥梁,从而达到激励学生科学探究,解决复杂社会问题的目的。

5 教学反思

基于工程学教育视域下的高中生物学复习教学设计,以“基因工程的基本操作程序”为例,引导学生体验工程学思维。^[1]通过确定工程学目标,到分解具体操作环节,以情境—问题—任务的教学主线,采用提出问题串的教学追问策略,不断地推动学生深入思考,解决实际问题。本节课的有效实施,体现了教师以问题为导向,逆向设计教学,巧妙设计工程学问题,最终达成学生对概念和原理的理解和应用的目标。

通过本节复习课,引导学生逐步养成以工程学视角看待实际问题,以工程学思维思考实际问题和以工程学设计与工程学实践解决实际问题的习惯,同时提高了学生对生物学的兴趣与积极性,深层次地锻炼了学生统筹和集成生物技术的能力,培养科学思维和科学探究的能力。

目前我国针对中小学阶段工程学教育的实践研究相对较少,但是笔者通过尝试发现,高中阶段培养学生工程学思维能力有助于学生养成系统性、创造性、批判性和筹划性的思维习惯,同时《课程标准》中也明确提出科学探究素养水平要求“基于给定的条件,设计并实施探究实验方案或工程学实践方案”。将工程学教育融入到生物学教学中,需要教师对相关的理论进行系统性的深入研究,并通过实践再次加深理论学习,不断地改进和完善。

参考文献

- [1]王姝妍,解凯彬.运用社会性科学议题教学,促进核心素养发展——以“基因工程的基本操作程序”为例[J].生物学教学,2023,48(9):7-10.