

# 生物工程专业细胞生物学课程教学改革与探索

张 犇, 刺晓琴, 郭 悦, 杨 埔, 张丽珍\*

山西大学生命科学学院, 山西 太原

收稿日期: 2024年8月9日; 录用日期: 2024年9月2日; 发布日期: 2024年9月10日

## 摘 要

在“新工科”建设背景下, 生物工程专业需要培养能够解决复杂生物工程问题的学科交叉应用型人才。这对《细胞生物学》专业课教学提出了更高的要求。文章基于山西大学生命科学学院的教学实践, 介绍了在融入思政元素、课堂内容与编排改革、创新教学手段和提高课堂趣味性等方面的教学改革与探索, 为“新工科”复合型人才培养奠定了基础。

## 关键词

细胞生物学, 生物工程专业, 课程教学改革

# Teaching Reform and Exploration of Cell Biology Course in Bioengineering Specialty

Ben Zhang, Xiaoqin La, Yue Guo, Pu Yang, Lizhen Zhang\*

School of Life Science, Shanxi University, Taiyuan Shanxi

Received: Aug. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: Sep. 2<sup>nd</sup>, 2024; published: Sep. 10<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Under the background of “new engineering”, the bioengineering specialty requires the cultivation of interdisciplinary and applied talents who can solve complex bioengineering problems. This poses higher requirements for the teaching of “Cell Biology”. Based on the teaching practice of the School of Life Science at Shanxi University, this paper introduces the reform and exploration in integrating ideological and political elements, curriculum content and arrangement, innovative teaching methods, and enhancing classroom interest, which lays a foundation for the cultivation of compound talents in the context of “new engineering”.

\*通讯作者。

文章引用: 张犇, 刺晓琴, 郭悦, 杨埔, 张丽珍. 生物工程专业细胞生物学课程教学改革与探索[J]. 创新教育研究, 2024, 12(9): 377-382. DOI: 10.12677/ces.2024.129632

## Keywords

### Cell Biology, Bioengineering Specialty, Curriculum Teaching Reform

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. 引言

自 21 世纪以来,为应对新一轮科技革命和产业变革,国家积极推进新工科建设,先后形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”,以支撑创新驱动发展和“中国制造 2025”等国家战略[1][2]。新工科建设包括新兴产业专业建设和传统工科专业升级改造,旨在培养具备高级知识技能和多领域专业背景的多能型人才[3]。为此,需要对传统工科专业进行教育改革创新,特别是在专业主干课程的课堂教学和实践教学方面进行探索,激发学生学习兴趣,实现理论知识与应用实践相结合,提高人才培养质量。

生物工程是利用生物体系、应用生物学、化学和工程学技术相结合的方法,按照人类需求改造和设计生物结构和功能的新型学科[4]。山西大学生命科学学院生物工程本科专业于 2021 年获批省一流专业建设点。作为连接基础研究和工农业生产的桥梁,生物工程专业亟需在“新工科”背景下进行教学改革,特别是需要针对山西省地方经济转型发展需求,围绕绿色农业、生物基新材料、生物医药与大健康等特色领域进行教学引导,培养服务地方发展人才。

目前,生命科学学院生物工程本科专业本科生细胞生物学教学使用教材为丁明孝等主编《细胞生物学》(第五版),该教材内容详实,在涵盖细胞生物学主要知识点同时介绍了学科前沿发展情况。然而,受篇幅所限,该教材更适用于生物学科等基础研究领域专业教学,对于工科学生实践应用方面的教学需求涵盖较少。2019~2022 年三轮教学过程中,作者发现学生所掌握细胞生物学基础知识与实践应用之间存在一定差距,需要在课堂教学过程中适当调整与增补细胞生物学教学内容。同时,该教材主要围绕动物细胞展开,在植物及微生物方面涉及较少,考虑到服务山西省地方发展的人才培养需要,也需要在课堂教学中开展教学内容与编排的改革探索。此外,生物工程专业细胞生物学课堂教学中还存在教师大水漫灌,学生被动接受的问题,那么如何充分运用各种信息资源及教学形式开展课堂教学,提高学生学习兴趣,引领学生在专业方向上展开思考,也是课堂教学改革的重要方向之一。因此,基于生物工程专业“新工科”人才培养需要,作者在确保重要知识点教学需要的同时,首先,强化思政元素在细胞生物学教学过程中的有机融入,帮助学生树立正确的世界观、人生观、价值观,投身“新工科”领域。其次,依据山西省地方经济转型发展需要,在细胞生物学课堂教学过程中,引入与绿色农业、生物基新材料,生物医药与大健康等特色发展领域相关知识内容,为“新工科”复合型人才培养奠定基础。再次,引进国内外先进教学资源、创新教学手段与形式,提高课堂趣味性,加强学生学习主动性。最后,依靠课后打分及问卷调查等形式,及时收集学生对课堂教学内容的反馈,形成不断创新优化的课堂教学改革模式。

## 2. 新工科思政元素融入教学过程

“新工科”建设的核心理念是以立德树人引领,培养未来多元化、创新型卓越工程人才[5]。为实现这一目标,作者在细胞生物学课堂教学中注重加强思政元素。如表 1 所示,首先,通过举例子、讲故事等方式,引导学生了解细胞生物学的发展史和著名科学家的科研经历,树立科学精神和工程伦理等价值观。例如在第二章“细胞生物学研究方法”中,围绕新模式生物,介绍作为 C4 模式植物的山西省特色

杂粮作物谷子，以及“杂交谷子之父”赵治海教授的锲而不舍攻克难关的科研经历[6]。第九章“细胞核与染色质”知识讲解过程中从郑国锷院士关于染色质穿壁转移的研究成果，引入对郑院士生平事迹的介绍[7]。其次，将抗击新冠肺炎疫情、右玉精神等国家和山西省的现实命题融入教学，激发学生的爱国情怀，让他们将个人小我融入国家民族的大我。最后，介绍细胞生物学科技前沿，特别是结合教师科研经验，向学生介绍在一些特定领域“卡脖子”的现状以及近年来国家进行科技攻关，加快自主创新的努力，从工程及产业出发，引导学生崇尚专业精神和创新精神，立志为国家 and 民族的发展出力争光，实现自我价值。

**Table 1.** Teaching content and ideological elements of “Cell Biology”

**表 1.** 《细胞生物学》教学内容与思政要素

授课章节	主要内容	思政教育融入点
第一章 绪论	1) 细胞学与细胞生物学 2) 细胞的统一性与多样性	回顾细胞生物学发展史，特别是介绍在发展历程中做出贡献的国内外历史人物，融入思政教育元素，从人物经历出发了解蕴含的科学精神，引导学生树立正确的价值观。同时，从细胞多样性与统一性出发，引导学生了解共性与特性关系的哲学原理。
第二章 细胞生物学 研究方法	1) 细胞形态结构的观察方法 2) 细胞及其组分的分析方法 3) 细胞生物学研究新技术	使学生了解到细胞生物学的发展离不开实验技术的不断进步，引入马克思主义哲学原理中用发展的眼光看待科学研究中问题的思路。 讨论国产仪器发展，引出发展自主核心技术的重要性，强调自力更生。 在模式生物部分介绍作为 C4 新模式植物的山西省特色杂粮作物谷子以及“杂交谷子之父”赵治海教授经历。
第三章 细胞质膜	1) 细胞膜的结构 2) 膜的流动性与不对称性 3) 细胞膜的功能	
第四章 物质的跨膜运输	1) 被动运输 2) 主动运输 3) 胞吞作用与胞吐作用	介绍物质跨膜运输的同时，使学生了解细胞通过不同运输方式，实现细胞内部与外部物质、信息、能源的不断流通交换，从而为实现细胞生理功能奠定基础，引导学生了解改革开放与“一带一路”建设的重要意义。结合授课教师与导师实验组科研成果经历，结合科学家贡献于科技重大成果的案例以及讨论，培养学生不服输的奋斗精神、作为科学工作者追求真理的科学精神以及社会责任。
第五章 细胞质基质与 内膜系统	1) 细胞质基质及其功能 2) 细胞内膜系统及其功能	通过介绍细胞是有序的结构，各部分之间存在紧密联系，加深学生对纪律、规范的认识。 通过介绍细胞膜转运研究的前沿知识，激发学生对科学问题的探索精神。
第六章 蛋白质分选与 膜泡运输	1) 细胞内蛋白质的分选与 细胞结构的装配 2) 细胞内膜泡运输系统	
第七章 线粒体与叶绿体	1) 线粒体的超微结构；线粒体的功能； 渗透假说的主要内容；线粒体与疾病 2) 叶绿体的结构；叶绿体的主要功能； 光合磷酸化的作用机制 3) 线粒体和叶绿体是半自主性细胞器	从叶绿体教学出发，介绍右玉精神和时代楷模钟杨教授事迹，引导学生了解环境与生态保护的重要性，树立“绿水青山就是金山银山”的观念。

续表

第八章 细胞骨架	1) 微丝的成分、结构、装配、功能 2) 微管的成分、结构、装配、功能 3) 中间纤维的成分、结构、分类、装配、功能	从细胞骨架在细胞活动中的作用, 探讨需有计划有组织地完成工作。从细胞具有不同细胞骨架出发, 探讨团队合作的重要性。
第九章 细胞核与染色质	1) 核被膜结构组成; 核孔复合体结构模型 2) 染色质的概念及化学组成 3) 中期染色体的形态结构 4) 核仁的超微结构与功能	由细胞核与染色质的结构出发, 介绍基因编辑技术, 引出 2018 基因编辑婴儿事件, 探讨科学技术。在介绍染色质知识时引入对郑国锷院士生平事迹的介绍, 学习郑院士淡泊名利, 潜心科研的精神。
第十章 核糖体	1) 核糖体的基本类型与成分 2) 核糖体 rRNA 的功能 3) 蛋白质的合成 4) RNA 在生命起源中的地位。	
第十一章 细胞信号转导	1) 细胞通讯与信号传递 2) 细胞受体介导的信号传递 3) 细胞识别与信号通路细胞信号传递的基本特征与蛋白激酶的网络整合信息	从多细胞生物的细胞与细胞之间是相互联系的这一知识点出发, 加强学生对部分与整体, 以及个体、集体和社会的认识。
第十二章 细胞周期与细胞分裂	1) 细胞周期 2) 细胞分裂	
第十三章 细胞增殖调控与癌细胞	1) 周期蛋白和 CDK 激酶; 细胞周期运转调控 2) 癌细胞的特点	从细胞调控有严格的时间顺序出发, 引导学生对时间、规则和规律的认识, 了解发展是硬道理, 稳定也是硬道理, 稳定是改革发展的前提。
第十四章 细胞分化与干细胞	1) 细胞分化的基本概念 2) 干细胞的概念与细胞的全能性	从细胞分化出发, 探讨团队精神。回顾干细胞研究学术造假事件, 强调严谨的科研精神。
第十五章 细胞衰老与细胞程序性死亡	1) 衰老细胞结构的变化, 细胞衰老的分子机制 2) 细胞凋亡的概念及其生物学意义; 细胞凋亡的形态学与生化特征 3) 细胞凋亡的分子机制及主要凋亡通路	从细胞程序性死亡与衰老出发, 引导学生思考个人奉献与集体利益的关系, 回顾革命先烈为民族舍生忘死的精神。
第十六章 细胞的社会联系	1) 细胞连接 2) 细胞表面的粘着因子 3) 细胞外被与细胞外基质	多细胞生物体内, 每个细胞都会通过多种途径与机体的其他细胞建立联系。从人所处的环境出发, 思考人与周围环境的关系, 认识人无时无刻都与周围的其他人或其他生物、非生物的环境相互发生作用。

### 3. 教学内容与编排改革

在丁明孝教授主编的《细胞生物学》(第五版)中, 第二章介绍了近年来细胞生物学领域最新技术进展。第三章至第十章从不同细胞器角度介绍了对细胞结构与功能的认识, 而第十一章至第十六章则从细胞整体角度介绍了真核细胞如何实现细胞信号转导、增殖、分化、衰老等功能。从教材编排出发, 作者在教学过程中提出两条主线, 即: 1) 技术进展推动对细胞结构与功能的新认识; 2) 细胞结构与功能之间的关系。通过这两条主线引导学生梳理教学内容, 深入理解并记忆核心知识, 形成细胞生物学知识体系。

针对学生所掌握细胞生物学基础知识与实践应用之间存在差距问题, 结合课堂教学, 开展实验教学,

将课堂上抽象知识与实验直观认识结合。在设置实验项目时,注重加强与山西省实际工农业发展结合。在开展“外来化合物对细胞生理代谢影响”实验时,作者选择山西省特色杂粮作物谷子为实验材料,指导学生围绕不同金属化合物处理对谷子幼苗生长及抗氧化酶水平的影响进行探索,使学生在掌握基本实验技术同时,加深对课堂教学中信号转导、叶绿体功能、细胞分化等内容的认识,对山西省农业及特色作物有所了解。在开展实验教学讲解时,在训练学生实验技能基础上,重视介绍科学道德、培养科研思维,使学生的应用型综合素质得到提高。比如通过实验设计及结果分析,使学生对重复性、随机性及对照性等实验设计基本原则有直观认识。

针对《细胞生物学》教材主要围绕动物细胞展开,在植物及微生物方面涉及较少,为服务山西省地方发展,在细胞生物学课堂教学过程中,一方面,围绕前沿进展及作者研究领域,引入对植物学与微生物学知识的介绍,协助学生深入了解所学内容。例如,在第一章“绪论”部分开场白教学中,从介绍人造肉、人工无细胞体系合成淀粉、Alpha-fold 蛋白结构预测等科研进展出发,引导学生对以细胞生物学为基础的生物工程应用有直观认识。在第四章“物质的跨膜运输”教学中,围绕植物钾离子运输,介绍作者多年来针对钾离子通道基于膜转运蛋白调控机制的研究进展,使学生在掌握知识同时对细胞生物学科学研究过程有一定了解。在介绍动物细胞与植物细胞、微生物细胞区别相关内容时,引导学生将细胞结构与功能特点和细胞培养及发酵生产联系起来,有助于学生从应用角度理解所学内容。另一方面,基于《山西省“十四五”14个战略性新兴产业规划》《国务院关于支持山西省进一步深化改革促进资源型经济转型发展的意见》等文件精神,围绕山西省发展规划,介绍绿色农业、生物新材料、生物医药与大健康等特色发展领域相关知识内容。例如,在第十一章“细胞信号转导”学习过程中,结合教学知识内容,介绍山西大学应用生物学研究所围绕蝗虫防控及新一代核酸生物农药的研究进展。在第十三章“细胞增殖调控与癌细胞”教学中,介绍山西大学生物技术研究所挖掘山西省特色资源,如谷子、地皮菜、酸枣仁、沙棘等中的抗肿瘤功能分子,并开展抗肿瘤分子机制研究。这些内容的介绍,有助于鼓励学生在未来发展及选择科研事业时,面向国家重大需求,把论文写在祖国的大地上,把科技成果应用在实现现代化的伟大事业中。

针对传统教学中教师唱独角戏、授课大水漫灌、学生参与度不高的问题,作者在授课过程中提前建立教学微信群,课前发布预习内容,课后提供延伸阅读材料。课堂上以问题的方式引入,采取启发式、探究式的教学方式精讲,辅以美国植物学会“Teaching tools in Plant Science”、哈佛大学继续教育学院、英国格拉斯哥大学相关教学资料与动画材料,提升教学趣味性。课下要求学生围绕植物与动物细胞的区别、细胞分裂各期特征等问题结合全教材内容进行总结。并且在绪论教学过程中,结合 Science 期刊 2005 年提出世界最前沿的 125 个科学问题[8],引导学生寻找自己感兴趣的内容,带着问题开展细胞生物学学习。在全教材教学内容结束后,结合流行电影、动画中与细胞生物学知识有关的内容进行专题介绍,进行知识复习的同时进一步加强学生对细胞生物学的兴趣。例如,探讨科幻小说《三体》中三体人的脱水复苏与细胞及机体脱水保护的关系,从科幻电影“火星救援”出发介绍植物细胞生长发育与营养需求关系以及我国在天宫空间站开展的植物生理研究。

此外在教学中,作者发现有时学生不愿或提不出问题,课下又缺乏动力或途径与教师交流。为解决这一问题,作者安排班委课下及时收集问题,针对共性提问,在下一节课前进行集中回答讲解,以强化重点知识记忆,取得较理想的效果。

#### 4. 教学效果与进一步改革方向

在完成了 2022~2023 和 2023~2024 两个学年的细胞生物学教学任务后,作者对生物工程专业的本科生进行了匿名问卷调查,以评估教学内容和改革的效果。调查结果显示,所有学生都对教学节奏和

效果表示满意。此外, 97%的学生对参加的课外拓展内容表示满意, 有学生反馈说: “了解细胞生物学的最新进展不仅拓宽了我们的视野, 而且对我们未来的职业发展起到了重要的启发作用”。还有学生表示: “自己的思维能力得到了显著提高”。为了更全面地评估教学效果, 未来的教学改革将结合问卷调查、课堂观察和学生访谈等多种方式, 使研究结论更加科学和可靠。

在教学过程中, 作者认识到评价教学效果的方式仍需进一步改进。目前, 教学效果主要通过期末考试和实验报告的成绩来评估, 这部分占总评的 70%, 而平时的表现和成绩仅占 30%。这种评价方式缺乏对平时成绩的量化指标, 并且理论课与实验课的评分是分开的, 这使得很难全面评估学生的学习过程、学习能力的培养以及他们是否具备综合应用细胞生物学的能力[9]。因此, 迫切需要建立一个综合的评价体系, 特别是加强对教学改革效果的长期跟踪和评估。例如, 可以将理论课和实验课的评分统一起来, 提高平时成绩的比重, 并从课堂表现、实验操作、团队合作和科研创新能力等多个角度进行综合评价。

其次, 目前的实验项目安排仍然以教师为主导, 学生只是被动接受, 这限制了实验的开放性和探索性。考虑让学生在教师的指导下分组选择实验项目, 自主设计并完成实验, 这将更好地锻炼他们的科研能力并加深对知识的理解。

最后, 需要借鉴国内外生物工程教育改革的先进经验, 并结合山西大学生物工程专业的特点, 围绕合成生物学以及酒和醋的发酵工程, 构建一个更加科学合理的课程体系和教学内容。这样的改革不仅能提升学生的实践能力, 还能增强其创新意识和综合素质, 为他们的未来职业生涯打下坚实的基础。

## 基金项目

获得山西大学本科教学改革创新项目“新工科背景下生物工程专业细胞生物学课堂教学改革与探索”资助(2023-202)。

## 参考文献

- [1] 沈玲, 曹卓松, 孙先锋, 孙飞龙, 薛涛. 新工科背景下推进生物工程专业实践教学[J]. 实验科学与技术, 2020, 18(4): 69-73.
- [2] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(1): 1-7+61.
- [3] 金东寒. 深化拓展新工科建设培养新时代卓越工程师[J]. 中国高等教育, 2022(12): 12-14.
- [4] 王军宇. 浅谈生物工程技术在制药领域中的应用[J]. 临床医学前沿, 2022, 4(1): 80-81.
- [5] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [6] 张静, 刘俊兴. “张杂谷”香飘万里——记科技特派员赵治海[J]. 中国农村科技, 2023(3): 42-44.
- [7] 贾鹏飞. 郑国锷——中国植物细胞生物学的开拓者[J]. 中国细胞生物学学报, 2013, 35(10): 1570-1574.
- [8] Kennedy, D. and Norman, C. (2005) What Don't We Know? *Science*, **309**, 75-75. <https://doi.org/10.1126/science.309.5731.75>
- [9] 崔继红, 李军林, 黄萱, 谭增琦, 付爱根, 陈富林. 细胞生物学课程教学的思考与实践[J]. 生物学杂志, 2020, 37(3): 115-117.