

基于分子生物学实验培养本科生创新能力策略

王祎玲 刘丽 柴敏 王婷玉 淡浩源

山西师范大学生命科学院

DOI:10.12238/mef.v8i14.15947

[摘要] 分子生物学实验作为生物技术、生物工程等相关本科专业的核心课程,是掌握分子生物学实验技术与方法的关键实践环节,也是培养学生动手实践能力、创新思维、科学素养和道德品质的重要实践教学环节。本文通过剖析当前分子生物学实验教学中存在的问题,从以项目为导向、人工智能技术助力、教学持续反馈、大数据有机融合等方面推进分子生物学实验教学改革,旨在提升学生的创新能力和综合素质。

[关键词] 分子生物学实验; 创新能力; 综合素养

中图分类号: G633.91 文献标识码: A

Strategies for cultivating undergraduate students' innovative abilities based on molecular biology experiments

Yiling Wang Li Liu Min Chai Tingyu Wang Haoyuan Dan

College of Life Sciences, Shanxi Normal University

[Abstract] Molecular biology experiments, as a core course in undergraduate majors such as biotechnology and bioengineering, are a key practical link in mastering molecular biology experimental techniques and methods. They are also an important practical teaching link in cultivating students' hands-on practical ability, innovative thinking, scientific literacy, and moral qualities. This article analyzes the problems in current molecular biology experimental teaching, and promotes the reform of molecular biology experimental teaching from the aspects of project orientation, artificial intelligence technology assistance, continuous teaching feedback, and organic integration of big data, aiming to enhance students' innovation ability and comprehensive quality.

[Key words] Molecular Biology Experiment; innovation ability; comprehensive quality

引言

创新已成为经济社会发展的主要驱动力,创新能力亦成为国家竞争力的核心要素。大学生实验教学作为培养大学生创新实践能力的重要平台之一,愈发受到各高校的重视。分子生物学是一门从分子水平探究和认知生命现象的学科,具有外延广泛、更新迅速、实验性强等特点;分子生物学实验是生物技术、生物工程、环境科学、农学等众多本科专业的核心课程,是掌握分子生物学实验技术和方法的主要实践环节,更是培养学生动手实践能力、创新思维、科学素养和良好道德品质的重要实践教学环节。随着生物科学技术的发展、生物精密仪器的研发与应用以及工具酶类的创新,分子生物学实验技术不断迭代更新,分子生物学实验课程教学改革也迎来了新的历史起点。

1 目前《分子生物学实验》教学中存在的主要问题

1.1 传统教学方式创新性匮乏

在传统分子生物学实验课程教学中,主要采用“教师讲解+学生操作”模式。虽然该模式能够实现基础技能的传授,但却缺

乏互动性与灵活性。在这种教学模式下,学生处于被动学习状态,参与实验设计和结果分析的机会相对较少,自主进行思考、分析、归纳和总结的能力难以得到锻炼,难以充分消化实验原理并掌握实验操作技能。与此同时,教学过程中未能充分运用信息技术或人工智能等创新手段,导致难以有效激发学生的学习兴趣 and 积极性,不利于培养学生的创新能力。

1.2 课程设置与前沿技术结合不够紧密

随着分子生物学实验技术的飞速发展,新的分子生物学实验技术层出不穷,然而分子生物学实验课程的教学内容仍停留在传统的基础实验操作阶段,缺乏开放性和创新性实验,在一定程度上影响了学生综合能力的培养与提升。尽管现行教学大纲已涵盖部分综合实验和拓展实验,但与现代生物技术的最新进展相比,仍存在较大差距。例如,高通量测序以及人工智能在生物数据分析中的应用等前沿内容尚未充分融入课程,这不仅限制了学生对现代技术的认知,也削弱了课程在培养高水平科研人才方面的支撑作用。

1.3 实验内容之间的连贯性欠佳

在教学过程中,教师更侧重于对每个独立实验的原理和操作技术进行讲解,却忽视了多个实验之间的内在联系,导致分子生物学实验缺乏连贯性和整体性。尽管学生在多次实验课训练后,基本能够理解单个实验的原理和过程,但很难把握每次实验课之间的逻辑关联,无法将其整合为一个连贯、完整的综合大实验。这种情况下,学生的知识结构呈现碎片化状态,严重影响了本科生综合科研能力和逻辑思维能力的培养。

1.4 学生整体综合分析能力有待提高

在实验过程中,鉴于分子生物学实验的特殊性,会出现各种不确定因素。面对这些实验的不确定性,预测和分析实验结果往往是学生容易忽略的环节。学生常常主观地认为,只要按照流程顺利完成实验操作,就必然能得到既定的实验结果。一旦实验结果不符合预期,他们就很难找到问题的根源并解决问题,整体综合能力需要进一步锻炼与提升。

2 以培养学生创新能力的《分子生物学实验》教学策略

2.1 以项目为导向构建综合实验思维框架

创新创业训练计划项目等以学生兴趣为主要驱动力,通过项目实施,能够培养学生的自主实践创新能力。“互联网+”“挑战杯”“创青春”等大学生竞赛活动,以专业知识为基础,以实践应用为手段,旨在强化学生专业能力的科技创新活动。在课程设计与实践训练环节,以大学生创新创业训练计划、教师研究项目等为载体,引入与专业结合度较高的竞赛项目。比如基因组测序已成为目前分子生物学研究中重要的技术之一,通过基因组测序可很好的认识物种中基因组的结构和性能。结合我们团队的科研进展,基于基因组,设立XX物种对盐胁迫的响应机制等项目,让学生从基因-结构-功能的角度去探索,在实验项目实施过程中,学生通过进行文献综述、实验设计、数据分析等,培养自身的科研意识和研究能力,进而提升整体综合素养。学生在完成项目的过程中,不仅将理论知识化为实验技能,而且创新能力得到了很好的提升。

同时,建立以问题为导向的综合性实验,在实验内容设置上,合理组合实验内容,将一些分散、独立的小实验整合为综合性实验。在整合过程中,注重实验内容的连续性和系统性,把上一个实验的结果作为下一个实验的材料,使实验环环相扣,促进学生对实验整体性的理解和把握。如围绕某物种花色变化的关键基因表达变化的研究为题的综合性实验,内容包括材料采集、核酸提取及鉴定、引物设计、RT-PCR、蛋白提取与定量、Western Blot等,确保实验的系统性、连续性、实用性和可操作性。采用问题导向、倒推实验等方法,让学生完成整个实验过程,提高学生的学习积极性,使学生在掌握实验技能的同时,分析问题和解决问题的能力得到锻炼,科研思维得到训练,创新能力得以培养。

以项目为导向的教学模式更易激发学生对探究的兴趣,促进学生主动学习和深入思考。此外,突出关键知识点在整个课程体系中的位置,鼓励学生从全局视角审视每次实验,理解其如何

与前序课程内容相衔接,又如何为后续内容做铺垫,从而促使他们逐步形成一个系统、连贯且深入的知识与技术体系。

2.2 人工智能技术赋能丰富教学方式增强互动性

虚拟实验平台与模拟技术在分子生物学实验教学中的应用具有重要意义。为实验教学提供了创新性的辅助支持,能够丰富教学方式,增强互动性,是传统实验教学的有力补充,可提升学生的实验准备和理解能力。借助虚拟实验平台,学生在不受时间和空间限制的情况下,可以在高度仿真的模拟环境中提前熟悉实验步骤和流程;模拟技术通过动态展示实验过程,帮助学生直观地观察变量之间的关系及其作用机制。通过虚拟操作与参数调整的交互式学习,学生不仅能更直观地理解实验原理,还能掌握实验设计的逻辑思路与方法。另外,虚拟实验还可以支持学生根据自身的学习进度和需要,自主进行实验操作,实现个性化学习。

因此,虚拟仿真实验与模拟技术的引入,不仅弥补了传统教学模式的不足,还为学生提供了安全、灵活的实验环境。虚拟仿真实验可以包含更多的实验内容,为学生提供全面的学习体验。通过问题导向的虚拟实验设计,培养学生的科研思维和解决实际问题的能力。这种方式在实验教学中的应用,有助于提高学生的实验动手能力和理论联系实际的能力,为他们在实际操作中取得更好的效果奠定坚实基础,还可促进学生综合能力的发展。

2.3 教学持续反馈确保学生学习成效

分子生物学实验教学的持续反馈是保障教学质量、确保学生学习成效的关键。在教学过程中,应构建有效的教学反馈机制,根据学生反馈和学习成效,持续优化教学内容与方法,以实现教学质量的持续提升。

加强课上和课下的学生反馈,有助于教师及时发现并解决学生在学习过程中遇到的问题。可以构建一个系统化的反馈机制,例如通过问卷调查、小组讨论(观察记录学生对实验的反应)、学生访谈、在线平台等方式收集反馈信息;组织学生对本组的实验结果或设计进行组间互评,以促进学生批判性思维的发展。

同时,在课堂上设置提问环节,不仅能加深学生对相关知识的理解,还能帮助教师了解学生的知识盲点,从而及时调整教学过程,指导学生进行实验操作。另一方面,重视课下反馈,确保能够充分倾听学生的意见,及时向学生反馈实验结果,帮助他们改进实验设计和操作技能。

教师应根据反馈情况不断更新实验教学内容,引入新技术和新方法,保证课程内容的先进性和相关性。将学生反馈融入课程设计,确保学生学习的可靠性和有效性。

2.4 大数据有效融合提高教学有效性

随着基因组学研究的不断深入以及高通量测序数据的大量涌现,当今的生命科学已然迈入大数据时代。而生物信息学是多学科交叉融合的产物。通过生物信息学,可将基因组学大数据有效融入分子生物学实验,从而提升学生对分子生物学前沿技术的理解与掌握程度。

学生可借助生物学数据库检索基因数据,并运用生物信息学软件设计和优化引物,进而更深入地掌握DNA复制和PCR原理等知识。此外,学生还能利用在线工具学会比对两个基因序列、分析测序结果,并判断是否能够开展蛋白质表达等后续实验。以NCBI数据库为例,它包含多种数据库、分析工具和生物信息教程,同时还链接了大量相关站点和资源,是分子生物学研究的重要数据来源。在Nucleotide中输入待搜索的基因序列,即可进行基因搜索;使用WebBLAST可以进行序列比对,并在Alignments界面查看比对情况。学生可依据教师提供的基因,尝试进行基因搜索、引物设计、序列比对等操作,在不断尝试的过程中,能够开拓思维,激发学习的主动性。

大数据的融合能够使学生会检索和挖掘数据、使用分子可视化工具以及进行序列分析,还能预测蛋白质结构以及蛋白质与蛋白质之间的相互作用等。将数据库与分子生物学实验内容有效结合,不仅可以提高学生数据库的熟悉度,还能让学生更好地理解相关实验内容,从另一个角度锻炼学生的创新能力和综合能力。

3 结语

分子生物学课程作为生命科学领域的前沿学科,在培养本科生专业素养和科研兴趣方面发挥着至关重要的引导作用。近年来,分子生物学实验技术发展极为迅速,新技术层出不穷。分子生物学实验应紧跟时代发展的脚步,这对于提高生物学本科生的综合专业技能、为学生未来从事相关科研工作奠定坚实基础具有重大意义。未来的实验教学需要进一步深化信息技术与教学模式的融合,充分运用人工智能和大数据分析等先进技术,实现个性化教学支持与智能化实验分析,让学生能够及时了解学科领域的最新发展动态,全面提升实验教学的多样性和智能化水平,为培养高素质的生物学人才筑牢根基。

[参考文献]

[1]丛靖宇,韩嘉慧,李国婧,等.基于OBE理念的分子生物学实验教学改革探索[J].科技风,2024,(29):25-27.

[2]沈虹宇,向本琼,尹燕霞,等.分子生物学实验教学模式的优化与实践[J/OL].生物学杂志,1-4[2025-09-19].<https://link.cnki.net/urlid/34.1081.0.20250616.1450.010>.

[3]高媛,张丹丹,孔鹏,等.基于创新能力培养的生物化学与分子生物学实验教学改革[J].基础医学教育,2024,26(07):582-586.

[4]刘聪,孙地,刘佳文,等.基于本科生综合能力培养的“分子生物学实验”教学改革[J].教育教学论坛,2025,(06):69-72.

[5]姜文丽,李陶陶,卢小玲.虚拟仿真融合翻转课堂的生物化学与分子生物学教学方法研究[J].生命的化学,2025,45(3):543-549.

[6]冯庆玲,叶招权,林继辉.慕课环境下虚实结合的分子生物学实验教学改革探索[J].科教导刊,2024,(02):69-71.

[7]刘芳,何昊,刘大松,等.地方高校农学专业分子生物学实验课程教学改革探索[J].安徽农学通报,2024,30(20):113-116.

[8]尹燕霞,骆静,杨冬,等.“生物化学与分子生物学综合实验”的在线教学建设与实践[J].高校生物学教学研究(电子版),2020,10(04):44-50.

[9]王文义.分子生物学课程教学改革与实践探索——以基因编辑教学为例[J].科教文汇,2024,(04):67-70.

[10]唐旭东,兰柳波.研究生医学分子生物学课程思政的实践与思考[J].高教学刊,2024,10(09):168-171.

[11]付亚茹.提高本科“分子生物学”课程教学质量的措施探讨[J].教育教学论坛,2024,(21):17-20.

[12]袁桃花,孙见飞,徐红,等.新医科背景下基于思维训练的分子生物学实验课程探索与实践[J].基础医学教育,2024,26(12):1059-1063.

[13]王怀颖,靳祎.基于创新能力培养的实验教学改革的探索——以“生物化学与分子生物学”为例[J].教育教学论坛,2022,(02):69-72.

[14]孙晓明,刘灵,闫景瑞,等.能力导向的医学分子生物学实验教学改革创新[J].基础医学教育,2024,26(12):1049-1053.

[15]曾海春,龚洪.新时代大学课堂教学突出学生为中心的境遇及方略[J].现代教育科学,2023,(02):118-123+129.

[16]何艳慧,洪一楠,王晓军,等.科研创新人才培养导向的分子生物学课程教学探索与实践[J].生命的化学,2022,42(11):2113-2118.

[17]吴顺,关洁.研讨式教学法在分子生物学实验课程中的应用研究[J].创新创业理论与实践,2024,7(21):180-182.

[18]鄢雯,张海燕,高春艳,等.分子生物学实验课程教学改革的探索与思考[J].基础医学教育,2024,26(12):1054-1058.

[19]杨静.本科生“分子生物学实验”课程设计的改革与探索[J].生命的化学,2020,40(02):284-287.

作者简介:

王祎玲(1970--),女,汉族,山西高平人,博士研究生,教授,研究方向:植物分子生态学。