



构建“经典 + 前沿 + 应用”三位一体的遗传学教学改革探索 ——以“基因突变”章节为例

车荣会 李 慧

济南大学 山东 济南 250022

【摘 要】：遗传学是生命科学类专业的核心基础课程，在培养学生遗传分析思维和科研创新能力方面发挥重要的作用。然而，传统遗传学教学长期存在“重经典轻前沿、重理论轻应用、重知识轻思维”的结构性矛盾，教学内容更新滞后于学科发展，学生难以建立从经典原理到前沿技术再到实际应用的系统性认知框架。本文提出构建“经典 + 前沿 + 应用”三位一体的遗传学课程内容体系，并以“基因突变”章节为例，系统阐述了三模块教学内容的整合路径与实施策略。实践表明，该改革模式能够有效激发学生的学习兴趣，深化其对遗传学原理的理解，提升知识迁移与科研应用能力，为遗传学课程的教学改革提供了可操作的参考路径。

【关键词】：遗传学；教学改革；基因突变；三位一体；内容体系

0 引言

遗传学是研究生物遗传、变异与进化的核心学科，揭示生命现象本质和遗传规律。作为高等院校生命科学类专业的核心基础课，遗传学与分子生物学、生物化学、育种学等多个学科形成紧密的知识网络，在人才培养中具有重要作用。然而，随着生命科学的飞速发展，基因编辑、表观遗传、单细胞测序等新兴技术的发展，遗传学的知识边界得到急剧拓展，传统遗传学教学面临严峻挑战：教学内容明显滞后于学科前沿，学生难以在有限的学时内建立从经典原理到前沿进展再到实际应用的系统认知。

针对这一问题，近年来各高校围绕遗传学教学改革进行了诸多探索。有的从成果导向教育理念出发构建“知识—能力—素养”三位一体的课程体系，有的通过引入 CRISPR-Cas9 等前沿案例更新教学内容，有的则聚焦于“经典与前沿融合、教学与科研互促”的实验教学改革。这些探索为遗传学课程改革提供了有益经验，但在理论教学层面，如何系统性地整合经典遗传学原理、分子遗传学前沿进展与实际应用问题，仍缺乏成熟的框架与可推广的路径。本文立足于遗传学理论课程的教学实践，提出“经典 + 前沿 + 应用”三位一体的教学内容重构思路，并以“基因突变”章节为例，详细阐述改革的理念、路径与成效，以为同类课程的教学改革提供参考。

1 传统遗传学教学的现实困境

目前大部分高等院校的遗传学课程一般都包括经典遗传学（孟德尔定律、连锁交换、染色体畸变等）、分子遗传学（基因结构与表达、突变与重组等）和群体遗传学三大板块，知识体系庞大且更新迅速。但是传统的教学模式存在以下突出问题：

其一，经典内容与前沿进展脱节。以“基因突变”为例，传统教材多侧重于突变的类型、特点及诱变因素等经典内容，而对突变检测的新技术（如 TILLING、CRISPR 筛选）、突变在精准医学和育种中的应用等前沿进展涉及甚少，或者仅仅是提出在这些方面有应用，但是对精准的应用技术和方法了解不够深入，学生在学习过程中无法获取最新的研究成果和科技动态。其二，理论教学与实际应用割裂。遗传学教学往往停留在原理讲授层面，缺乏与真实科研场景和产业需求的有机衔接。比如教师在讲授基因突变时，往往以教材中的定义和分类为纲的线性逻辑依次展开。这种讲授方式虽然逻辑清晰，学生虽然能够准确默写出“基因突变是指基因在结构上发生碱基对组成或排列顺序的改变”，但当被问及“如何利用突变原理鉴定某个基因的功能”或“如何判断某个患者的基因突变是否致病”时，往往无从下手。其三，知识碎片化，系统性思维培养不足。遗传学的知识体系具有从分子层面的 DNA 复制与突变，到细胞层面的减数分裂与染色体行为，到个体层面的表型分离与连锁分析，再到群体层面的基因频率演变的多层次、多尺度的特点。然而，在实际教学中，这四个层次的知识往往被切割为相互独立的章节，而且好多院校整个课程由不同教师分段讲授或以相对孤立的单元依次呈现，各章节内容相对独立，缺乏贯穿始终的分析线索，导致学生难以形成系统的遗传分析思维。

上述问题的症结在于课程内容体系的结构性失衡，经典原理、前沿进展与应用场景三者之间缺乏有机整合。因此，教学改革的关键在于重构内容体系，实现“原理、技术、应用”的内在逻辑的贯通。

2 “经典 + 前沿 + 应用”三位一体改革理念

为了打破传统教学中三者相互割裂的局面,构建以经典原理为根基、以前沿进展为延伸、以实际应用为着力点的“经典+前沿+应用”三位一体的递进式教学框架。

经典是课程的基础,主要包括遗传学的基本概念、核心定律和经典实验。学生通过学习经典内容,锻炼遗传分析的思维方式和夯实方法论基础。前沿是课程的延伸,把分子遗传学、表观遗传学、基因组学等领域的最新研究进展和技术突破引入课题,使学生在经典原理的基础上理解学科的未来发展方向。应用是课程的出口,它将遗传学原理带入到生命科学研究、医学诊断、农业育种等领域的实际应用,培养学生知识迁移和解决实际问题的能力。三者之间并非简单的叠加关系,经典原理为理解前沿技术提供理论基础,前沿进展为经典原理注入现实的问题意识,而实际应用则同时检验和深化对经典与前沿的理解。

基于上述理念,我们将在内容、方法和评价三个维度上推进改革。内容层面,不再按经典、前沿、应用分块讲述,而是围绕遗传学的若干核心问题重新组织,把这三类素材打散后揉进同一个教学模块里,让学生在一个话题下同时看到“从前怎么认识”“现在发展到哪”“将来能做什么”。方法层面,主要采用案例驱动和探究式策略,刻意制造经典理论与前沿发现之间的对照和碰撞,让学生在辨析异同、追溯演变的过程中,自己把理解往深处推。评价体系也做了相应调整,不再只盯着期末考卷上的知识点,而是把对前沿动态的跟踪敏锐度、以及面对真实场景时的分析与应用表现,都纳入多元评分框架,试图更全面地衡量学生的成长。

3 “基因突变”章节的教学改革

“基因突变”是遗传学课程的核心章节之一,上承基因结构与功能,下启突变检测、基因功能研究和遗传改良等应用领域,是实践“经典+前沿+应用”三位一体理念的理想载体。以该章节为例,阐述教学内容的具体重构方案。

经典模块:基因突变的基本原理与核心概念经典模块的教学目标是帮助学生建立基因突变的基本知识框架,掌握突变的概念、类型、特征及遗传学分析方法。具体内容包括基因突变的定义与分类;DNA复制错误的机制、化学诱变剂和物理诱变因子的作用原理;从DNA序列改变到蛋白质功能变化再到表型差异的因果链条;突变率的测定与影响因素。在教学策略上,注重还原经典实验的科学思维过程。以Luria和Delbrück的fluctuation test为例,教师引导学生理解“如何通过实验设计区分自发突变与适应突变”这一核心问题,让学生体会经典遗传学实验的巧妙设计与逻辑推理,而非仅仅记忆实验结论。

前沿模块的教学目标是将经典突变原理与分子遗传学和基因组学的最新进展相衔接,让学生了解突变研究的技术革命和理论拓展。具体内容包括:突变检测技术的前沿进展:从传统的筛选方法到TILLING技术、CRISPR-Cas9介导的饱和突变筛选、单细胞突变检测技术等;经典突变概念在表观遗传时代的拓展;基于高通量测序的突变率精确测定及其对分子进化理论的修正;从单基因突变到突变网络、合成致死等新兴概念。在教学策略上,具体到每一节课,我们采用“经典、前沿对照”的方式。如在讲授CRISPR-Cas9介导的基因敲除时,教师而是先带学生回顾化学诱变剂和物理辐射等传统手段各自“能干成什么”以及“卡在哪里”,在这个铺垫下再抛出问题:为什么CRISPR的出现让整个领域为之一振?它到底突破了哪些旧有瓶颈?让学生在对比中自己感受到“革命性”到底体现在哪。

应用模块的教学目标是让学生把突变相关的经典理论和最新工具真正用起来——用到科研场景里,也用到产业一线的实际问题中。具体内容包括:从点突变到遗传病(如镰状细胞贫血、囊性纤维化)的分子病理机制,以及基于突变检测的精准诊断与靶向治疗;利用诱变和基因编辑技术创制农作物和畜禽新种质的原理与实践;利用突变数据重建物种亲缘关系和种群历史;从食品检测到法医鉴定等场景中的技术转化。在教学策略上,以真实科研案例为载体。例如,设计“如何利用CRISPR-Cas9技术鉴定某基因的功能”的案例分析报告,要求学生综合运用突变的经典分类知识、CRISPR的技术原理以及表型鉴定的方法,完成从问题提出到方案设计的全过程。

4 教学实施与成效

4.1 教学实施

在具体实施中,“基因突变”章节的教学分为三个阶段。课前阶段,教师发布预习任务和問題链。例如:“如果让你设计一个实验来检测某个基因是否发生突变,你会怎么做?经典方法和前沿方法有何不同?”学生带着问题阅读教材和相关文献,初步建立知识框架。课中阶段,采用“经典导入—前沿拓展—应用深化”的递进式教学。首先以经典实验的案例导入,引导学生理解突变的基本原理和研究范式;随后引入前沿技术(如CRISPR筛选、单细胞测序),在对照中呈现学科的演进脉络;最后以真实科研或产业案例为情境,组织学生进行方案设计和讨论。课后阶段,布置综合性作业或案例分析报告,要求学生围绕一个给定的研究问题,综合运用经典原理和前沿知识完成方案设计,并撰写分析报告。

4.2 改革成效

经过两轮教学实践,改革取得了初步成效。学生知识掌握



的系统性显著提升：在期末考试中，涉及突变原理与前沿技术关联分析的题目得分率较改革前显著提高。学生不仅能够准确回答突变的定义和分类等基础问题，还能在论述题中主动引用CRISPR等前沿技术作为例证，体现了知识的融会贯通。学生的科研思维得到有效培养：在课程论文和案例分析中，大部分学生能够独立完成完整研究方案。且在后续的科研训练和毕业论文中能够自主运用突变分析的相关技术，体现了课程学习的持续效果。学生的学习兴趣 and 参与度明显提高：课堂讨论的深度和广度均有显著提升，学生不再满足于被动接受知识，而是主动追问“这项技术是怎么发现的”“它在实际中能解决什么问题”。

5 结语与展望

遗传学作为生命科学领域的核心基础课程，其教学内容必

须与时俱进。本文提出的“经典+前沿+应用”三位一体内容体系，以“基因突变”章节作为切入点进行了实地教学实践，尝试破解传统课堂教学中经典原理、前沿进展与实际应用相互割裂的难题。实践表明，这一改革模式能够帮助学生建立从原理到技术再到应用的完整认知链条，有效提升学习的系统性和深度。

当然，改革仍面临一些挑战。首先，前沿内容的引入对教师的学科素养和持续学习能力提出了更高要求，要求任课老师不断追踪学科动态，随时更新教学案例。其次，如何在有限的学时内合理分配经典、前沿和应用三者的比例，需要反复试错和微调。此外，人工智能、单细胞测序这类新技术还在加速涌现，教学内容必须保持一种动态迭代的弹性，这本身就是一场持久战。

参考文献

- [1] 左覃艳, 肖爱芳, 高友军, 等. 基于生物科学拔尖学生培养2.0的遗传学课程优化实践与探索[J]. 生命的化学, 2025, 45(5): 929-935.
- [2] 蔡柏林, 刘满清, 黎镇晖, 等. 基于OBE理念的《动物遗传学》课程教学改革与实践[J]. 畜牧兽医杂志, 2025(4): 145-148.
- [3] “三色嵌入”理念下遗传学实验教学模式的构建与实践[J]. 南阳师范学院学报, 2026(1): 78-83.
- [4] 普通遗传学课程教学改革与创新探索[J]. 科学咨询, 2025(18).
- [5] 遗传学课程教学改革与探索[J]. 农业环境科学学报, 2026.
- [6] 遗传学实验的教学改革——经典实验与新技术的融合(二)[J]. 高校生物学教学研究, 2018.
- [7] 服务生物学拔尖人才培养的“遗传学(H)”课程改革[J]. 生物学杂志, 2025(4).
- [8] 人工智能辅助遗传学实验教学的探索与体验[J]. 遗传, 2026.
- [9] 名师引领名课示范：“一体双轨、三贯四维、八名驱动”《医学遗传学》课程“12348”创新教学体系构建与实践[J]. 中国优生与遗传杂志, 2025(6): 1455-1458.

作者简介: 车荣会, (1981—)女, 汉族, 山东省日照市人, 博士研究生, 就职于济南大学, 讲师职称, 研究方向: 植物分子遗传学; 李慧, (1986—)女, 汉族, 安徽省合肥市人, 博士研究生, 就职于济南大学, 教授职称, 研究方向为: 功能基因组学和分子育种。