

“以学生为中心”的分子生物学实验教学模式创新实践

徐春光* 杨立霞 李艳 高明华

呼伦贝尔学院农学院, 内蒙古 海拉尔 021008

摘要: 为了调动学生学习主观能动性, 提高学生学习效果, 《分子生物学实验》课程构建应用型课程体系, 采用任务驱动的混合式教学方法, 建立以能力为核心的过程性考核评价体系, 形成了“以产出为导向、以学生为中心”的全新教学模式。教学创新实践极大地激发了学生学习热情, 提高学生自主学习能力, 课堂教学质量明显提高, 科研能力和创新意识明显增强。《分子生物学实验》课程教学创新改革取得了较好的教学效果, 值得在同类课程中推广。

关键词: 分子生物学实验; 应用型; 任务驱动; 混合式教学方法; 过程性考核

在生物科学专业课程体系中, 将分子生物学实验设置为专业必修实践课。本课程是与分子生物学理论教学相配套的实验教学, 是学生从课堂理论学习到从事科学研究的一个非常重要的学习环节。分子生物学实验是从2015年3月开始为呼伦贝尔学院生物科学专业大三本科生开设的专业必修实践课, 0.5学分, 18课时。经过了2012级至2015级本科班四轮课程建设, 本课程已在师资结构、实验室建设、教学水平等多方面取得很大发展。分子生物学在当前生命科学领域中发展最快, 且已经与其它学科广泛交叉与渗透, 形成诸如生物信息学、合成生物学、神经科学等若干交叉前沿领域。为适应生物学科快速发展, 实现专业人才培养目标, 在新修订的2017和2019版人才培养方案中, 分子生物学实验课程学分与学时加大, 调整为1学分, 32课时。《分子生物学实验》课程分别于2018年、2023年被遴选为呼伦贝尔学院特色课程、“课程思政”示范课程, 经过应用型课程和课程思政建设, 建立了“以产出为导向、以学生为中心”的全新教学模式, 培养了学生的科学思维能力和团队合作精神。

1 改革前存在的问题和不足

1.1 教师为中心的教学理念, 学生学习积极性低, 教学效果差。

传统课程体系存在实验设计简单, 实验内容孤立、关联性较小, 欠缺系统性等缺点。这种实验课程体系虽然能够让学生了解常规分子生物学实验技术和原理, 但不能给学生呈现相互关联、承上启下的分子生物学实验体系, 学生很难理解所学实验技术在科学研究中的实际应用, 不能激发学生对实验的兴趣, 因而学生对实验课程内容的学习积极性低, 教学效果不理想。传统的实验教学完全由教师控制, 教师确定实验目的和方案, 实验员准备好实验所需试剂和仪器, 学生只需在规定的时间内进行操作, 完成实验方案, 上交实验报告。这种程序化、被动式的教学导致学生对《分子生物学实验》课程教学目的不明、学习兴趣不高, 产生学习上的倦怠心理。

1.2 教学方法与手段单一, 忽视学生学习自主性。

改革前实验课程主要采取教师讲授法与直观演示法开展教学活动。虽然教师要求学生课前预习, 撰写预习报告, 但是绝大部分学生只是照搬教材, 过“笔”而未过“脑”, 预习效果差, 教师仍然需要花费大量时间“填鸭式”讲授实验原理和操作过程, 学生在短时间内“囫圇吞枣”式学习, 导致学生学习效果差。

1.3 考核形式单一, 考核内容忽视对学生创新性及学习能力的测量和评价。

改革前, 考核形式较单一, 主要为提交实验报告。而学生提交实验报告的心理状态大多为应付任务, 如照搬讲义中的实验原理和步骤、将实验所得的图表仅简单复制到报告中。这种不良习惯与惰性思维方式是间接造成目前大学生工作主动性不强和创新意识缺乏的主要原因之一。

2 教学创新实践与效果

2.1 应用型教学内容设置使思政教育与专业教育同向同行。

以“OBE”(即成果导向教育 Outcome-Based Education)理念为导向, 根据人才培养目标及毕业要求, 全面梳理实验项目, 反向设计课程教学内容[1-3]。改革之后的实验课程体系主要是围绕目的基因克隆与表达设计一个相互关联、具有系统性的综合实验。由表1所示, 改革前6个实验项目均为验证性实验, 内容上相对孤立、关联性较小; 改革后增加了有关蛋白质表达与分析相关实验项目, 并将验证性实验项目整合为5设计性大实验, 包括了PCR、凝胶电泳、酶切产物的纯化、DNA的重组与转化、蛋白质的表达等。综合看来, 整个实验是对一个基因的完整克隆与表达过程, 类似一个比较完整的科研过程。

表 1 分子生物学实验课程改革前后实验安排对比

实验顺序	原来的实验安排	改革后的实验安排
1	碱法提取质粒	细菌 16S rRNA 基因的 PCR 扩增
2	质粒 DNA 的琼脂糖凝胶电泳	感受态细胞的制备与目的基因的重组
3	大肠杆菌 E.coli DH 5 α 感受态细胞的制备	大肠杆菌 E.coli DH 5 α 感受态细胞的转化与筛选
4	大肠杆菌 E.coli DH 5 α 感受态细胞的转化	重组蛋白质的 IPTG 诱导表达
5	细菌总 DNA 的提取	聚丙烯酰胺凝胶电泳 (SDS-PAGE) 分析
6	聚合酶链反应	

改革后的实验课程是以克隆和表达一个基因为主线的综合性实验,实验内容前后关联、具有系统性,完成学习任务的过程就是模拟攻克一个科研题目,培养学生科学探索精神与专业内容有机结合。实验过程中包括了多种实验技术,多种实验手段,多层次实验内容,学生上课兴趣明显提高。在教学活动结束后对 2013 级至 2015 级生物科学班全体学生,共 100 位同学以问卷形式进行了教学改革效果调查,发放问卷 100 份,收回问卷 100 份。调查问卷数据分析结果如图 1 至图 5 所示,86.49% 的同学认为课堂气氛活跃,100% 的同学都能积极配合教师参与实验过程,78.38% 的同学认为实验设计过程有利于激发学习主动性、积极性,76.68% 的同学认为对待应用型实验的学习态度与传统实验的学习态度相比更加积极、主动。可见,这种由单独的小实验改革为设计性大实验的做法,避免了原先单独实验的枯燥、乏味,变“要我学”为“我要学”,充分调动了学生上课的积极性和主动性,强调学生在实验中的主体地位。59.46% 的同学认为教师在应用型实验中的指导作用比在传统实验中的指导作用更大,充分体现了教学过程中教师的主导作用。



图 1 学生对应用型实验课堂气氛的反馈

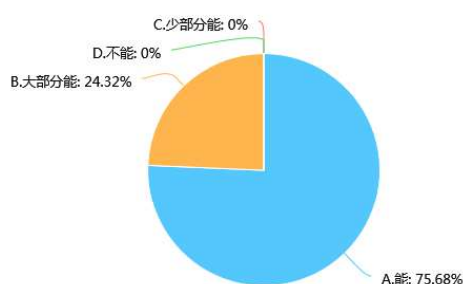


图 2 学生按时完成实验设计任务情况

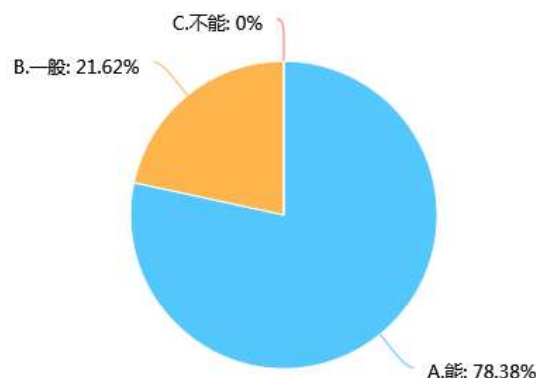


图 3 实验设计过程能否有利于激发学生学习主动性和积极性

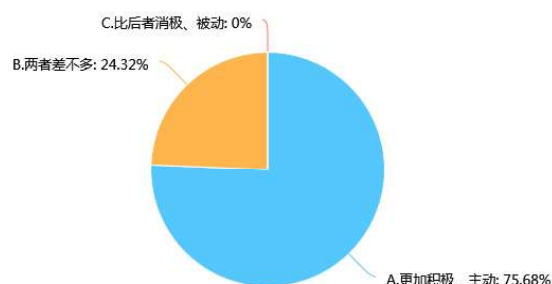


图 4 学生对应用型实验课与传统实验课的学习态度对比

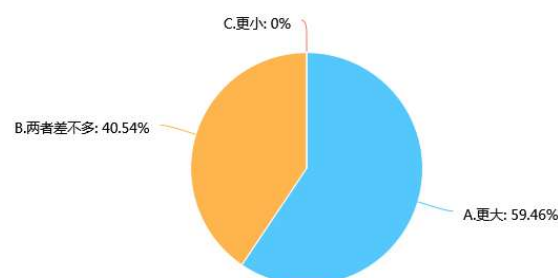


图 5 教师在应用型实验课与在传统实验课的指导作用对比

2.2 采用任务式教学方法,培养学生自主学习、建立以学生学习为中心的教学模式

将所有实验项目整合为一个科研项目任务,即:对一个目的基因的克隆与表达。学生领取实验任务后,教师课前导学,学生线上线下自主学习,学生自主设计实验方案,撰写实验步骤,列出实验所需仪器设备、药品、试剂、耗材。师生线上线下深度讨论,修改完善实验设计。学生按照自主设计实验方案,完成实验室实验操作过程。整个实验过程在教师的监控下,由学生主导完成,实验室完全开放。教师对学生在实验操作、实验方法、实验原理等方面出现的问题给予指导和帮助。整个实验是一个开放的、独立的、学生自主的过程。教师以研究性教学理念指导学生进行探究性学习,培养了学生的科学思维能力,课程思政的融入做到了如盐入水,润物无声。

任务驱动式教学方法^[4-6]为学生创造一种类似科研的情境和途径,使学生了解科研工作的一般规律,增加实验兴趣,同时也培养学生的科研能力、创新意识,帮助他们达到社会工作岗位对

他们越来越高的要求。有关任务驱动式教学方法改革效果的调查问卷数据分析结果如图 6 至图 10 所示, 64.86% 的同学愿意自己设计并完成实验操作。97.3% 的同学对以“课题设计——实验实施”为核心的教学方法表示认可。97.3% 的同学在实验结束后, 能提出进一步探究的问题, 探究问题能力有明显提高。89.19% 的同学认为有更多动手操作机会。78.38% 的同学认为实验设计过程在锻炼和提高综合能力、独立解决问题、创新思维、文献检索等方面的能力发挥了比较大的作用。可见, 学生的实验技能与实验素质普遍提高, 科研能力明显增强。

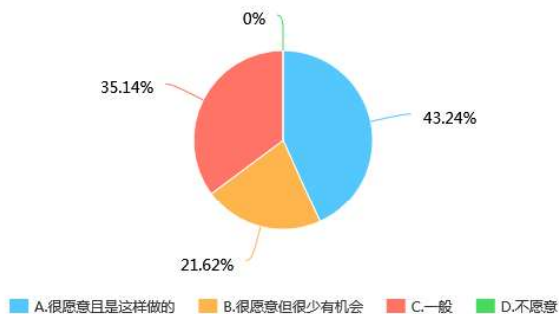


图 6 学生自己设计并完成实验操作的意愿

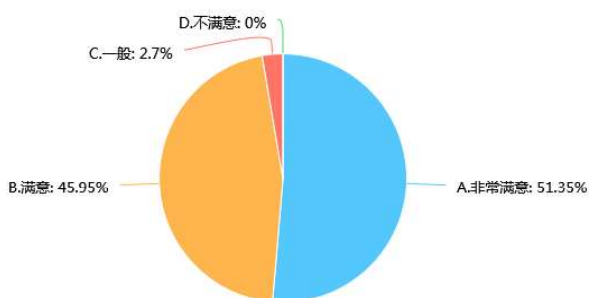


图 7 学生对以“课题设计——实验实施”为核心的教学方法的意见

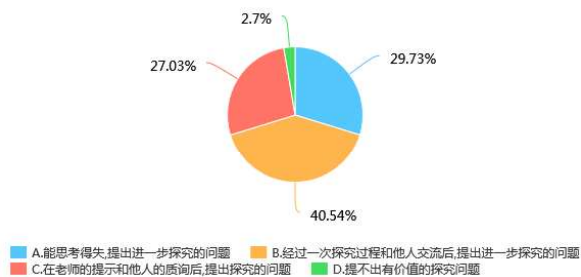


图 8 任务驱动式教学方法对提高学生探究问题能力的影响

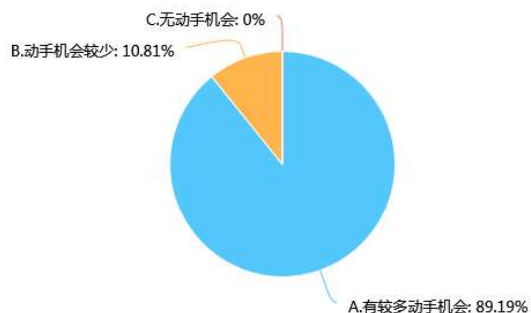


图 9 任务驱动式教学方法对提高学生动手操作机会的影响

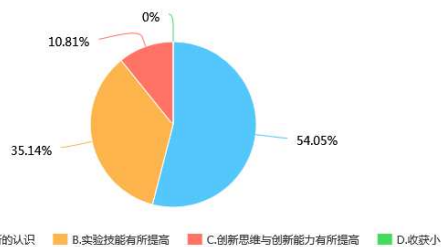


图 10 任务驱动式教学方法对提高学生实验综合素质的影响

2.3 线上线下混合式教学方法探索。

《分子生物学实验》课程采用“用课+虚拟仿真+实操”的方法进行线上线下混合式教学方法探索。教学组织过程(见下文)中 1-3 步骤以线上教学方式, 即“用课”进行; 教学过程中第 4 步骤中虚拟仿真实验以线上教学方式, 实验室实验操作过程以线下教学方式, 即“实操”进行。

在教学的组织形式上采用大班授课与小组学习结合、分层授课与个别指导结合, 这样有利于引导所有学生参与教学活动, 使各种水平的学生都得到充分的发展。学生 3-4 人为一个小组, 分工合作完成一个设计实验报告。由师生共同讨论方案的优缺点及可行性。根据同学们自行设计的实验, 学生以组为单位来进行实践操作, 整个过程由学生主导完成, 教师角色发生转换、在整个实验过程中主要起到监督和指导作用。

教学组织过程如下:

第 1 步骤: 课前导学。教师布置任务、学生领取任务后, 由教师提供完成本任务所需的文字资料和实验操作技术教学视频资料。

第 2 步骤: 线上自主学习。线上教学采用“用课”的方法进行教学, 通过加入学习学堂在线、中国大学 MOOC 等网络教学平台《分子生物学实验》课程进行自学。

第 3 步骤: 线上线下深度讨论。学生以组为单位自主设计本项目的实验方案, 撰写实验技术流程和步骤, 列出实验所需仪器设备、药品、试剂、耗材。教师审阅学生设计实验方案、实验技术流程和步骤, 提出修改意见, 学生修改完善。

第 4 步骤: 实验操作。学生按照自主设计实验方案, 完成虚拟仿真实验操作和实验室实验操作过程, 教师指导和答疑。虚拟仿真逼真、立体的表现形式提升了教学效果, 高度虚拟现实仿真的实验教学环境和游戏式闯关测试实现了互动实验教学, 增强了课堂的趣味性。

第 5 步骤: 学生撰写实验报告, 师生对教学过程和实验结果总结归纳。要求每一位学生以严谨求实的科学精神, 认真记录实验现象和原始数据, 独立分析实验结果, 总结归纳实验成败之处及其原因, 提出改进措施。

2.4 过程性课程考核方式, 加强对创造性解决问题的能力考核

考核方式对学生的学习有重要的导向作用^[7]，为了调动学生学习主动性、激发学生创新意识，考核创新能力，需要建立更加全面、合理的课程考核方式^[8]。《分子生物学实验》课程考核方式改革的总体思路为：全过程、多元化，将考核贯穿于教学活动全过程，并从不同角度对学生学习过程进行综合评价。如表 2 所示，在原有课程考核方案基础上，阶段考核增加实验设计和虚拟仿真闯关测试的考核方式，结课考核增加实验操作考核方式。阶段考核和结课考核评价体系如表 3 和表 4 所示，包括学生小组成员互评 (30%) 和教师评价 (70%)，涵盖了从前期实验预习到后期实验结果分析等一系列实验过程。

表 2 分子生物学实验课程考核方案

总评成绩构成		考核内容方式	比例 %
课程总评成绩 100% 阶段考核成绩 50% 结课考核成绩 30%	平时考核 20% 课堂表现	出勤	10%
		10%	
	实验设计 30%	50%	
	实验报告 20%		
	闭卷考试 + 实操	30%	

表 3 实验设计小组成员评分表

姓名	查阅文献 资料能力 (10%)	学习态度 (10%)	试验设计 能力 (20%)	撰写试验 方案能力 (20%)	对小组的 贡献 (40%)	总分

表 4 实验报告小组成员评分表

姓名	实验报告撰 写完整规范 (10%)	学习态度 (10%)	实验操作技 能 (20%)	对实验结果 总结与分析 能力 (20%)	对小组的贡 献 (40%)	总分

改革前，《分子生物学实验》课程的考核方式以实验报告为主，形式比较单一。学生撰写实验报告时，只是机械地将教材中的实验原理和步骤誊写到实验报告中，对实验所得的数据和图表往往不能走心入脑地进行分析 and 总结。这种长期的应付差事的心理和惰性思维方式甚至会影响学生未来在工作岗位中的主动性和创新意识。改革后，增加的实验设计这一考核内容具有挑战性，充分调动了学生的能动性，能够比较全面地考察学生对实验目的、实验原理、实验方法及对整个课程系统性的把握程度，真正达到课前预习的目的。实验设计环节作为研究项目任务，在实验操作前通过线上线下讨论、经过修改完善后上交，由教师 and 组内成员及时评定成绩。讨论环节有利于教师及时了解学生自学情况和对实验整体的把握情况，可以有针对性地对学生进行辅导。因此，教师的主要角色由知识的传授者转变为学习的督促者和指导者，实验的讲授时间缩短，有针对性地增加实验技能的指导时间，提高了实验课堂效率。虚拟仿真实验操作和实验室实验操作是针对学生实验操作技能的考核方式，强调学生实验能力和动手能力，激发学生学习实验课程的兴趣、有利于学生创新意识和创新能力

的培养。

《分子生物学实验》课程教学模式改革效果的调查问卷数据分析结果如图 11 至图 13 所示，学生对《分子生物学实验》课程教学效果的总体满意程度达到了 100%，83.78% 的同学认为研究性实验教学模式比一般传统实验教学模式更能学到新的理论知识、提高实验技能，81.08% 的小组成员积极配合，与小组其他成员相处融洽，展现出良好的团队协作能力和责任心。可见，《分子生物学实验》课程创新教学成效显著，课堂教学质量明显提高，学生学习效果好，值得在同类课程中推广。

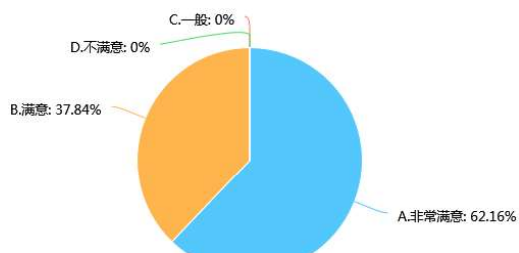


图 11 学生对《分子生物学实验》应用型课程教学效果的总体满意程度

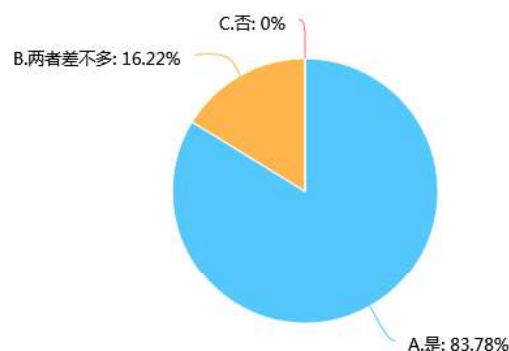


图 12 应用型实验在学生获得新理论知识和实验技能方面的优势



图 13 应用型实验在培养学生团队合作精神方面的作用

3 课程建设规划与展望

3.1 加快实验室建设，不断提高实践教学条件

如图 14 所示，有 67.57% 的学生认为实验仪器设备不完善，希望学校能够提供更好的实验环境。目前，实验室及实验仪器设备能够满足本科生日常教学需要。在此基础上，积极争取逐步加大实验教学经费的投入。期望再经过 3-5 年的建设，将分子生物学实验室建成分子生物学技术操作平台，与细胞生物学、微生物学、植物组织培养等生物技术实验有机结合，最终形成一个培养

生物高技术人才的真正的产学研基地。

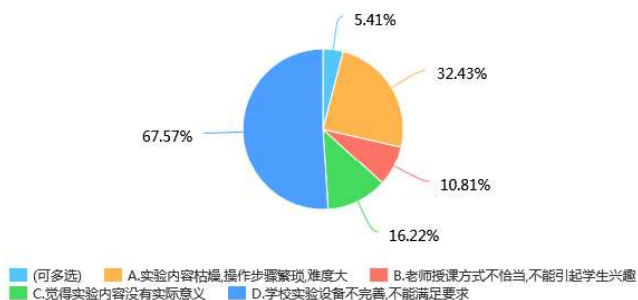


图 14 影响学生对分子生物学实验学习兴趣的原因

3.2 加强师资力量建设

经过五年的课程改革，在调动学生上课的积极性和主动性，提高学生独立思维能力和科研能力等方面效果比较明显。但是，仍然存在实验效率不高、指导教师指导经验与能力急需提高等一些问題。加强教学研究，不断提高教师业务能力，并发挥教学研究对《分子生物学实验》课程建设的促进引领作用。

参考文献：

- [1] 宋宝军. 基于 OBE 理念的高校教学模式改革分析与研究[J]. 教育现代化, 2019, 6(37): 103-105.
- [2] 丁耀彬, 吕康乐, 雷鸣, 王成俊, 王松波. 基于 OBE 理念的环境科学专业人才培养的实践[J]. 教育教学论坛, 2020(27): 286-

288.

[3] 周洪波, 周平. 基于 OBE 理念的高校教学模式改革研究[J]. 中国成人教育, 2018(04): 92-94.

[4] 任美峰, 程葆华, 柳新平, 邓广耀, 谢宝华, 秦燕霞, 徐旭东. 基于云班课的“任务驱动式”教学方法在护理解剖学实验课的实践[J]. 解剖学研究, 2020, 42(05): 480-482.

[5] 胡燕, 孔凡哲, 陈心浩. 实验项目驱动式教学促进四大关键能力的实证研究[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(02): 191-196+203.

[6] 罗柱. 项目驱动式教学中培养与激发学生学习动机的策略[J]. 中学教学参考, 2020(03): 42-44.

[7] 陶雪萍, 曾健南. 全过程、多元化统计学课程考核方式改革探索[J]. 科教导刊(下旬), 2019(06): 31-33.

[8] 张蕤, 徐鹏, 方明峰. 基于过程性评价的、多元的地方综合性高校课程考核方式[J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2014, 28(04): 129-133.

作者简介：徐春光（1978—），女，蒙古族，呼伦贝尔学院农学院副教授、博士。研究方向：微生物学与免疫学。

基金项目：呼伦贝尔学院“课程思政”示范课建设项目。