

高素质生物技术人才实验教学体系探索

王嘉炜

西北工业大学生命科学与技术学院, 陕西 西安

收稿日期: 2026年4月10日; 录用日期: 2026年5月28日; 发布日期: 2026年6月5日

摘要

实验教学是生物技术专业培养体系的重要组成部分, 是形成学生安全规范意识、增强实验操作能力、培养科学研究思维的核心。针对当前生物技术专业实验教学中普遍存在的学生基础参差不齐、基础操作不规范、实验技能碎片化、结果分析能力薄弱等问题, 结合实验室操作规范、细胞培养技术、实验动物基础技术、生物技术常规技术等实际, 通过强化实验基础能力、优化实验教学设计, 系统提高学生的科学研究和实验能力, 为培养高素质生物技术专业提供可借鉴的教育实践路径。

关键词

实验教学, 实验室安全, 生物技术实验, 人才培养

An Exploration of an Experimental Teaching System for High-Quality Biotechnology Talents

Jiawei Wang

School of Life Science and Technology, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shaanxi

Received: April 10, 2026; accepted: May 28, 2026; published: June 5, 2026

Abstract

Experimental teaching is a crucial component of the biotechnology major's training system, playing a core role in cultivating students' safety awareness, enhancing their experimental skills, and fostering scientific research thinking. Addressing common issues in current biotechnology experimental teaching, such as uneven student foundational knowledge, non-standardized basic operations, fragmented experimental skills, and weak result analysis abilities, this paper, based on practical experience in laboratory operation standards, cell culture techniques, basic experimental

animal techniques, and routine biotechnology techniques, systematically improves students' scientific research and experimental capabilities by strengthening fundamental experimental skills and optimizing experimental teaching design. This provides a referable educational practice path for cultivating high-quality biotechnology professionals.

Keywords

Experimental Teaching, Laboratory Safety, Biotechnology Experiments, Talent Cultivation

Copyright © 2026 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

生物技术专业具有很强的实践性和应用性，实验教学在人才培养中占有不可替代的地位，是衔接理论知识与实践应用、培养学生科研思维和职业素养的核心环节。实验室安全规范、细胞培养、实验动物操作、分子生物学实验等共同构成了生物技术专业学生所需的核心实验技能，这些技能的熟练掌握不仅是学生完成本科阶段学习的基础，更与其未来的科研发展、职业选择和岗位竞争力息息相关[1]。当前国内外均高度重视生物技术实验教学改革，国外相关研究起步较早，已形成以学生为中心、深度融合科研与产业需求的成熟教学模式，普遍推行探究式、项目式教学，并广泛应用建构主义等教育理论支撑教学设计，为教学改革提供了坚实的理论与实践支撑。国内随着教学模式创新、虚拟仿真教学平台搭建及实验内容优化等形式的推进，现阶段的授课过程仍存在明显不足，如多数改革聚焦单一教学环节，缺乏体系化设计，教育理论未能充分发挥理论对实践的指导作用。传统实验教学本身主要以验证性实验为主，存在诸多局限性，难以激发学生的学习主动性和创新思维，且学生本科阶段的科研背景差异较大，实验基本操作能力参差不齐，进一步加剧了教学难度，难以满足新时代高水平生物技术人才培养的需求。结合长期教学实践，针对上述教学难点，系统优化生物技术实验教学体系，明确本研究与已有研究的异同、凸显自身学术贡献，对突破传统教学瓶颈、提升实验教学质量、强化教育育人效果具有重要的现实意义和实践价值[2]。

2. 生物技术专业实验教学现状与突出问题

课程设置上呈现递进式教学结构，以实验室安全准入为基础，掌握基础实验技能实操后，开展实验技能的综合应用，教学内容兼顾基础规范训练与前沿技术应用，满足研究生开展科研工作的核心技能需求。课程以 3~4 人小组为单位开展协作式学习与实操训练，在长期教学实践中，逐渐暴露出多维度、深层次的现实问题。

学生操作能力差异较大，部分本科阶段学生缺乏科研实验经验，对生物技术实验常用仪器设备，如微量移液器、离心机、电泳仪、生物安全柜等不熟悉，缺乏规范化的基本操作。尤其突出的是，大多数学生对微量移液器的选择、枪头的装取、吸放液角度和量程调节的等最基础的操作不熟悉，容易出现吸液不准确、残留挂壁、交叉污染等问题，直接影响实验数据的可靠性和可重复性。同时，传统的课堂中的学生大都是被动的接受知识，执行实验步骤的过程，缺乏学习的主动性和预自主性，课堂效率和授课效果均不尽如人意。

实验室动物操作环节体现的问题相对来说更为集中。一方面，部分同学对实验小鼠表现出明显的恐

惧感,在开展实验动物实操时,无法正确抓取、固定老鼠,难以开展后续灌胃、腹腔注射等操作,且不规范的抓取方式易造成实验动物应激出现伤人事件。另一方面,少数学生由于手法不熟练,力导致抓取老鼠的力度控制不当,在固定过程中容易造成实验动物窒息、损伤甚至死亡,不仅影响了后续实验的开展,更违背了实验动物福利和伦理的要求。总体而言,学生在应对实验动物应激反应、人道主义操作、实验动物 3R 原理等方面的认知严重不足,生命伦理和人文关怀意识相对薄弱。

从课程的设计来看,细胞培养、分子生物学实验、实验动物基本技能等内容相对独立,学生在学习过程难以形成整体的思维框架,理论课学习的专业知识和实验操作技能无法正确匹配,且大都呈现碎片化。在解决实验异常结果时,多依赖教师的指导,缺乏独立思考、解决问题、优化实验步骤和方案的能力。此外,传统的实验课程评价单纯依靠出勤率和实验报告,这种反馈模式往往存在严重的滞后性,教师难以实时掌握学生的学习效果和掌握情况[3],在实操过程中的不规范行为难以及时被纠正,在一定程度上降低了教学质量和效果。

3. 实验教学模式优化与实践路径

3.1. 以项目为导向,构建系统化综合实验框架

为破解实验内容碎片化、学生整体思维薄弱的问题,课程设置上会兼顾基本实验技能练习与具体实验方案实践,将分散的教学模块整合为逻辑连贯、层层递进的任务体系。明确整体科研目标与任务逻辑,引导学生从全局视角理解各操作环节的内在关联,明确每一项技术在整体研究中的作用。在实验开展过程中,将实验室安全规范、无菌操作原则、实验记录规范、数据真实性要求、动物伦理准则等贯穿始终,促使学生在完成完整科研任务的过程中,实现技能训练与思维培养同步提升。对基础薄弱学生强化规范训练与细节指导,对能力较强学生增设结果分析、条件优化与方案设计任务,实现因材施教与个性化培养。

3.2. 课上课下联动,夯实基础实验技能

通过构建课上课下联动机制,课下遇到实验操作的问题可以随时询问,建立学习闭环,从而解决基础薄弱同学操作不规范等问题,进一步提高学习效果[4]。

实验课前侧重理论讲解,包括仪器使用说明、安全规范要点及动物实验伦理等,会重点明确微量移液器的正确使用、培养无菌操作意识、实验动物抓取与固定等核心基础实验技能的要点,观看规范操作的教学视频,让学生对实验操作的基础技能有一个初步的了解,同时强调实验室的准入要求,牢记安全准则。

课中着重将理论与实验相结合,注重实操强化与操作的规范纠正,减少重复性流程讲解的环节,重点精讲实验操作时的重点、难点、安全风险点及易忽视的细节。在学生正式实操之前,由助教同学再次示范规范的全流程操作,学生实操的过程中,教师及助教全程巡视指导,对不规范的操作即时纠正,确保每一位学生都能掌握核心技能。针对实验动物操作中出现的恐惧心理、固定力度不当等问题,采用先示范,再模拟,完成脱敏训练后,最后开展实体操作的渐进式教学方法,逐步降低学生心理应激,规范操作手法,提升实操的规范性与稳定性。

实操结束后引导学生回顾实操要点,梳理实际操作中的问题并及时改进,鼓励学生主动巩固基础技能、探索操作优化方法,在日常的科研实验中牢记基础实验的操作要点,实现知识与技能的有效内化,进一步夯实学习成效。

3.3. 强化全过程反馈,完善过程性评价体系

针对教学过程中教学效果反馈不及时、评价体系不全面等关键问题,课程的评价体系注重在授课全

过程、多角度的教学反馈机制，改变传统实验教学只重视实验结果，忽视操作过程。在实验操作的教学过程中，通过课堂实时互动、针对性评价、小组互评等多种形式，强化核心知识点与实验操作规范，从而实时了解学生在理论基础理解、实操执行过程中的难点和薄弱点，课堂上的及时反馈能够对遇到问题的学生或环节进行针对性指导，避免大量问题堆积。除此之外，在实操教学的全过程设置多个阶段性反馈节点，课上会引导学生系统梳理实验过程、整理实验结果，在实践中培养良好的科研习惯，逐步提升科研能力。同时，关注学生个性化发展需求，针对实验操作中的畏难情绪、手法偏差等问题，助管同学会进行一对一指导，及时解决实验操作过程中的问题。在课程评价方面，彻底打破传统课程的单一评价体系，实行实验室安全准入、实操规范、实验报告、异常结果分析等多环节结合的过程性综合评价，全面覆盖学生学习过程中的态度、操作技能、分析能力、问题解决能力等多维度。

3.4. 坚守安全与伦理底线，培育职业素养

实验教学过程中始终以实验安全与动物伦理为根本底线。实验室安全教育需融入课程授课全过程，实行安全考核一票否决制，将个人防护规范、仪器标准化操作、危险试剂规范化管理、实验废弃物分类处置及应急处置流程演练等内容纳入常态化教学体系，强化全员安全意识培育，确保每位学生牢固树立实验室安全理念，规范践行安全操作要求。在实验动物教学中，系统融入动物福利理念与3R原则，通过渐进式练习从而缓解学生对实验动物的恐惧心理，在实际操作时强调力度适当，并人道处置实验动物，显著降低实验动物意外损伤发生率[5]。课程将微量移液器使用、无菌操作、原始记录规范等作为基本科研能力的强化，帮助学生形成、规范、严谨的科研习惯，同时对学生开展学术诚信教育，强调实验记录真实可追溯、实验结果客观，培养符合生物技术领域标准的专业素养。

4. 教学实践成效

在系统性的教学改革和反复的实践探索中，本课程在培育学生专业能力、提升教学质量这两方面，取得了十分显著的成效。学生对实验室安全的认知水平明显提高，实验操作的规范性也大幅增强。相应地，学生的违规操作行为大幅减少，他们的安全素养也得到扎实的巩固。在核心实验技能上，无论是微量移液器的操作，还是基础生物学仪器的使用，都有了显著的进步，规范的实验操作进一步提升了实验数据的精准性和可重复性。在教学中实施的分层教学策略，有效缩小不同学生之间的基础差异，与此同时，课堂教学的整体性得到加强，教学授课效果也有了明显提升[6]。在实验动物操作方面，学生对实验动物的应激心理得到了有效缓解，在抓取、固定实验动物以及为动物采血等操作时，操作更加轻柔、规范，大大减少了实验动物遭受不必要的痛苦，学生对实验动物伦理的认知不断加深，自身的人文素养也同步得到提升。学生能够将细胞培养、分子生物学技术、动物实验等不同模块的内容有机结合起来，逐步建立起系统、完整的科研思维。最终，学生的综合实验能力和职业核心素养，实现了全面的提升。

5. 教学实施案例

本案例为生物技术专业核心实验课程中的实验动物操作综合实训，针对学生动物实验基础薄弱、操作不规范、存在心理恐惧、伦理意识不足等突出问题，以C57小鼠为实验对象，开展标准化动物实操训练。使学生熟练掌握小鼠抓取固定、灌胃、尾静脉注射、眼眶取血、解剖等核心技术，在操作过程中遵守动物福利与3R原则，做到轻柔、人道操作，同时养成规范记录、安全操作的科研习惯(表1)。课程分为四节，第一节由老师和助教同学分组对实操内容进行讲解和演示；第二节课为基础技能训练，内容包括小鼠抓取、固定、称重与心理脱敏；第三节课为小鼠灌胃、尾静脉注射、眼眶取血；最后一节为综合技能训练和考核，包括小鼠解剖、脏器识别与人道处置。学生在授课前要预习标准操作流程与动物伦理要求，

实操课堂上按规范完成全部实操，小组协作配合，并实时、真实填写原始实验记录，实时观察小鼠的状态，如发现异常应及时报告。在实操开展过程中，指导教师和助教会全程指导，对关键问题及时指导纠错，若发现对小鼠有明显恐惧心理的同学采用模型练习、分步引导等方式进行脱敏训练；除此之外，课程全程会强调动物福利、操作安全与废弃物规范处理。

Table 1. Scoring criteria

表 1. 评分标准

评价项目	分值	评分标准
抓取固定	20	姿势规范、力度适中、无动物挣扎或损伤
灌胃操作	20	体位正确、进针顺畅、无动物损伤或呛咳
尾静脉注射	20	血管定位准确、穿刺成功、无渗漏与血肿
尾尖取血	15	切口规范、出血量合适、止血及时、无污染
解剖操作	15	切口规范、脏器识别准确、无意外损伤
伦理与实验记录	10	操作人道轻柔、记录完整真实
得分		

6. 结语

展望未来，为进一步提升课程育人质量与专业人才培养水平，本实验课程将持续深化教学改革与创新探索，积极融入虚拟仿真、人工智能等前沿信息技术，依托虚拟仿真实验平台弥补传统实验教学场景受限、高危操作难以开展、实验成本较高等短板，结合生物技术领域前沿趋势与行业岗位需求不断优化教学内容、革新教学方法、完善多维度过程性综合评价体系，着力提升课程的高阶性、创新性与挑战度，切实强化对学生专业核心能力、创新思维与职业素养的培育，为培养高素质生物技术人才提供坚实课程支撑，助力生物技术领域人才培养与行业高质量发展[7]。同时需客观认识到，本研究仍存在一定局限性，研究对象仅为本校生物技术专业学生，样本代表性不足，仅靠一学期的授课周期难以评估长期效果，教学模式对师资水平、实验平台与动物房等资源要求较高，普通院校难以完全复制，且过程性评价部分指标受主观因素影响较大；实际授课过程中也面临学生被动学习、教学资源紧张、部分学生存在动物实验恐惧、评价工作量大等挑战，未来可通过扩大研究范围、延长追踪周期、深化信息技术融合、完善同伴评价与标准化实操考核体系，持续提升该教学体系的普适性、长效性与评价客观性。

参考文献

- [1] 欧秀芳, 吴莹, 李宁, 等. 基于科教融合培养大学生拔尖创新能力的表观遗传学综合实验课程[J]. 遗传, 2023, 45(12): 1158-1168.
- [2] 王凯, 陈雪丹, 李嘉, 等. 分子、细胞与遗传整合实验教学的实践与探索[J]. 基础医学教育, 2026, 28(3): 227-232.
- [3] 陶静, 魏涛, 迟雷. 新工科背景下生物工程专业实践教学创新研究[J]. 高教学刊, 2026, 12(3): 62-65.
- [4] 李坤, 曾常茜, 王科斯. 翻转课堂模式在生物化学与分子生物学教学中的应用研究[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(5): 151-154.
- [5] 袁改霞, 陈想, 赵晓菊, 等. 动物学实验课程中“教学参与者”模式构建与实践[J]. 安徽农学通报, 2026, 32(3): 130-133.
- [6] 赵伟, 庆伟霞, 张维娟. 基于对分课堂模式的“生物化学实验”课程改革的探索[J]. 科技风, 2026(7): 76-78.
- [7] 周丽洪, 龚利娟, 高波, 等. 虚拟仿真技术在生物工程专业核心课程中的应用及效果分析[J]. 农业工程, 2026, 16(2): 156-161.