

虚实融合数字赋能的动物生理学实验智慧教学 创新实践

汤蓉

华中农业大学, 湖北 武汉 430070

DOI: 10.61369/ETR.2026200038

摘 要 : 针对传统“动物生理学实验”课程内容陈旧、教学模式固化、评价方式单一及价值引领不足等深层困境,本研究以新农科建设与教育数字化战略为双引擎,开展了以“虚实融合、数字赋能”为核心的系统性教学改革。通过重构“知识基础—专业技能—综合训练—创新拓展”四层次课程内容体系,建设涵盖新形态教材、慕课、虚拟仿真实验、思政案例库的立体化教学资源平台,创新 EMDVD 智慧教学模式,融合课程思政与全过程多元化评价,实现了教学内容的前沿化、教学过程的智能化与育人目标的显性化。实践表明,改革显著提升了学生解决复杂农业科学问题的创新能力与强农兴农的使命担当,教学成果在全国 30 余所高校推广应用,为农林高校实验课程的数字化转型与智慧化升级提供了可复制的实践范式。

关 键 词 : 动物生理学实验; 智慧教学; 虚实融合; EMDVD 模式; 课程思政

Innovative Practice of Smart Teaching in Animal Physiology Experiments Enabled by Virtual-Physical Integration and Digital Empowerment

Tang Rong

Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070

Abstract : Traditional Animal Physiology Experiment course faces profound dilemmas including outdated curriculum content, rigid teaching modes, simplistic evaluation methods, and insufficient value guidance. Driven by the construction of the New Agricultural Science initiative and the national education digitalization strategy, this study carries out systematic teaching reform centered on virtual-physical integration and digital empowerment. It reconstructs a four-tier curriculum system consisting of knowledge foundation, professional skills, comprehensive training, and innovative expansion, and builds a three-dimensional teaching resource platform covering new-form textbooks, MOOCs, virtual simulation experiments, and ideological and political case libraries. By innovating the EMDVD smart teaching model and integrating curriculum ideological and political education with whole-process diversified evaluation, the reform realizes the frontier updating of teaching content, intellectualization of teaching process, and explicit realization of talent cultivation goals. Practical results show that the reform has significantly improved students' innovative ability to solve complex agricultural scientific problems and their sense of mission to strengthen and revitalize agriculture. The teaching achievements have been promoted and applied in more than 30 universities nationwide, providing a replicable practical model for the digital transformation and smart upgrading of experimental courses in agricultural and forestry universities.

Keywords : animal physiology experiment; smart teaching; virtual-physical integration; EMDVD Model; curriculum ideological and political education

引言

实验课程的教学质量是“双一流”学科建设的重要分水岭。“动物生理学实验”是研究动物机体生命活动及其规律的实验课程,是动物科学类、水产类等农科专业的必修核心基础课程。《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》明确提出实施国家教育数字化战略,推进智慧教育平台建设^[1]。《高等教育学科专业设置调整优化行动方案(2025—2027年)》进一步要求强化人工智能赋能教育教学,推

基金项目: 2022年湖北省级教学改革研究项目,《“五育并举”视域下实验教学示范中心改革和发展探索》(2022167)。

作者简介: 汤蓉 (1978—11), 女, 汉族, 湖北武汉人, 博士, 副教授。研究方向: 动物生理学与健康养殖。

动教学内容迭代与模式创新^[2]。在此背景下,信息技术与实验教学的深度融合已成为基础实验课程改革的必然方向。

课程教学团队秉持“加强实验技能训练,提升科研综合素养”的理念,近二十年来持续深耕教学,先后主编出版《动物生理学实验》1、2、3版,入选省级教学团队。2019年建成全国首门“动物生理学实验慕课”,2021年被认定为省级线上一流课程;同步建成省级虚拟仿真实验一流课程1项。然而,面对新农科2.0战略对人才能力的新要求,传统实验教学在内容、方法与评价层面的深层问题日益凸显:内容与现代生命科技前沿和智慧农业产业需求脱节;教学模式与数字化、智能化的时代特征脱节;评价方式与学生创新素养和长远发展目标脱节^[3-4]。

如何数字赋能,借助智能技术重塑实验教学流程,并在此过程中实现专业知识教育与思想政治教育的同向同行,从而系统性提升课程的高阶性、创新性与挑战度,这不仅是响应国家战略的必然要求,也是课程自身实现内涵式发展的内在需求^[5]。本课程团队依托多年积累的课程建设基础,以“虚实融合、数字赋能”为核心,进行了全面而深入的改革探索。

一、学情分析与教学痛点

授课对象为大学二、三年级学生,已修习动物学、生物化学、细胞生物学等基础理论和实验课程,正在同步学习动物生理学理论课程。学生具备一定的专业基础,求知欲和观察力较强,但普遍存在“知而不深、会而不创、学而无志”的阶段性特征。具体表现为:(1)知识迁移与应用能力薄弱:面对智慧农业中的真实生理学问题,难以灵活运用理论知识设计解决方案^[6];(2)自主探究与创新意识不足:习惯于验证性实验的固定流程,缺乏利用先进技术手段进行自主探索的动力与能力^[7];(3)专业认同与价值目标模糊:学习动机短期化,对农业科技工作的社会价值与自身未来肩负的兴农责任认识不清^[8]。

基于上述学情分析,本课程的教学痛点可凝练为三个“脱节”。(1)内容前沿性脱节:传统实验项目以经典验证性为主,研究性实验和综合设计性实验不足,未能及时融入现代生命科学前沿技术,也未能有效对接智慧养殖、动物福利等新农科产业中的真实生理学问题^[9]。(2)教学模式时代性脱节:“教师讲、学生仿”的线性灌输模式占据主导,教学形式单一,缺乏数字化、智能化手段的有效赋能,学生自主探究、解决复杂农业生产实际问题的能力培养不足^[10]。(3)评价体系发展性脱节:评价方式单一,过度侧重实验报告与操作结果的终结性评价,未能对学生的创新思维、工程实践能力、团队协作精神及知农爱农的使命感进行有效评估与引导^[11]。

二、教学创新思路

针对上述痛点,本研究确立了“价值—知识—能力”一体化的提升目标,构建了“虚实融合、数字赋能”双轮驱动改革框架。系统整合了“产出导向教育(OBE)”理念与“混合式教学”理论,强调以新农科人才最终能力产出为导向,反向设计教学内容与流程。以“内涵更新”响应国家战略,以“数字赋能”重构教学形态,以“融合创新”实现价值引领。主动对接新农科2.0战略需求,将产业前沿作为内容更新的源头活水;充分利用人工智能、虚拟仿真等数字技术,构建突破时空限制的智慧教学环境,推动学生从“被动操作者”向“主动设计者与探究者”转变;并将课程思政、劳动教育、双创教育深度融入实验教学全链条,通过多元化评价改革,激发学生成长为知农爱农创新型人才的内生动力。

三、教学改革的核心创新举措

(一) 重构四层次课程内容体系:从“验证”走向“创新”

遵循学生认知规律,课程团队从“知识基础、专业技能、综合训练、创新拓展”四个层次系统更新实验教学内容。在夯实学生基本实验技能的基础上,通过经典实验进行基本技能训练,通过设计问题综合实验提升创新能力,鼓励学生自主命题实施课外实验项目,无学时限制。课程内容中引入最新的实验理论、技术与方法,增设“基于可穿戴设备的动物行为生理监测”等前沿模块,将生物信息学分析、大数据思维引入本科实验课堂。这些模块弥补了传统实验在微观、系统层面观测的不足,使学生能够接触现代生命科学研究的核心理技术与范式。与领军企业合作,共同开发了“水产动物活体运输的应激生理与减损方案”等综合设计性实验项目。这些源自真实产业场景的课题,使学生直面复杂问题,践行了“产学研用”一体化的培养理念,显著提升了解决实际问题的能力。综合性实验比例提升至20%以上,课程的高阶性、创新性和挑战度得到显著提升。课程彻底打破传统教材的章节限制,依据“基础验证—综合训练—设计探究—创新实践”的四阶能力跃升主线,对教学内容进行了战略性重组,实现了从单一验证性实验向综合性探索性实验的转变。

(二) 建设立体化教学资源平台:数字赋能,虚实结合

充分利用现代信息技术,课程团队整合实验教学内容,构建了包含新形态教材、实验演示实录、在线开放课程、虚拟仿真实验和课程思政案例的“五位一体”立体化教学资源平台。2022年团队主编出版的新形态教材《动物生理学实验》(第3版)框架升级为总论、基础性实验、综合性实验和设计性实验四大板块,数字资源涵盖操作视频、动画演示、授课课件与拓展知识,已入选十四五国家级规划教材和首批农业农村部“十四五”规划教材。团队系统编纂了《动物生理学实验课程思政案例集》,将科学家精神、工程伦理、生态安全和“大国三农”情怀有机融入各教学环节,实现了思政教育与专业教育的深度融合。

2019年建成的全国首门“动物生理学实验慕课”,已入驻国家智慧教育平台,在线课程资源有力地推动了“线上线下混合式教学模式”的实践,尤其在新冠疫情防控期间为“停课不停教、停课不停学”发挥了重要作用。建成的两项虚拟仿真实验项目(“动物呼吸循环泌尿综合实验”“鱼类动脉血压测量实验”)有效弥补了高危、高成本实验的教学短板。学生可在虚拟环境中反

复操作,理解复杂生理机制,为实体实验的成功奠定基础。

(三) 创新 EMDVD 智慧教学模式: 多维互动, 全时空学习

课程融合课堂讲解(Explain)、多媒体视频(Multimedia)、现场演示(Demonstrate)、虚拟实验室(Virtual Laboratory)和数字资源(Digital Resources),首创了 EMDVD 多维互动智慧教学模式。该模式的核心特征是“数据驱动的智能伴随与个性化引导”。

课前智能预学与诊断。学生通过国家智慧教育平台上的课程 MOOC 和虚拟仿真项目完成自主预习。系统后台的 AI 学情分析模块可自动生成班级与个人的知识能力图谱,为教师提供精准的学情预警与备课依据,实现“靶向预习”。学生通过“自学慕课、完成测试、学习虚拟仿真实验、小组合作学习”完成课前准备。

课中虚实深度融合与交互。在智慧实验室环境中,学生小组可同步开展实体操作与虚拟参数验证。以“影响尿生成的因素”实验为例,学生在动物实体上进行手术操作与数据采集的同时,可利用虚拟仿真系统快速模拟十余种不同药物组合或病理模型下的生理效应,将原本受限于课时和成本的“不可能”变为“可能”,极大地拓展了实验的探究维度与认知边界。课中通过“教师引入科研案例、融入智慧教学、学生叙述设计方案、开展设计实验、师生交流互动思辨”五大环节开展混合式教学。

课后开放拓展与创新孵化。学生课后进行“复习巩固、查阅文献、完成实验报告、开放自主实验”,依托在线平台发布源自教师科研或产业需求的“挑战性微课题”,支持学生开展长周期的开放式探究。这种“科教融汇、产教融合”的机制,已催生出多项专利雏形、学术论文和竞赛获奖作品,实现了教学与科研、产业的良性互动。EMDVD 教学模式已获校教学成果二等奖,《人民日报》对该模式进行了专题报道。

(四) 融合课程思政与全过程多元化评价: 激发内驱, 涵养价值

思政教育深度浸润于智慧教学的全过程。(1) 于实验原理中融入科学精神——讲授“神经冲动传导”时,融入霍奇金、赫胥黎利用枪乌贼巨轴突取得诺奖的探索故事,强调基础研究的重要性;(2) 于实验操作中规范伦理操守——在动物手术前,通过 VR 场景让学生体验“动物福利 3R 原则”,强化敬畏生命、规范操作的职业伦理;(3) 于案例分析中激发三农情怀——将“奶牛热应激调控”综合实验置于我国奶业振兴的战略背景下,引导学生思考如何通过科技解决产业实际痛点,树立“学农为农”的志向;(4) 于团队协作中培养健全人格——在综合设计性实验中,通过角色分工、集体答辩,培养学生的沟通协作、责任担当与集体主义精神。

课程构建了与国家倡导“突出实践创新导向的学生长周期评价”和“推行非标准化考试”精神相契合的多元化考评体系。利用智慧教学平台,全程自动记录学生虚拟实验的操作逻辑路径、课堂研讨的发言质量、原始数据记录的严谨性等,实现学习过程的透明化、可追溯化。具体考核维度包括:实验卫生习惯(评估劳动素养与规则意识)、在线自主学习(SPOC 课程自动计分)、实验操作技能考核(依据操作评分细则打分)、实验报告质量(以学术论文形式撰写,评估学术规范与凝练分析能力)、综合实验设计(评估创新实践与团队协作)。

四、改革成效与示范推广

本改革将一门传统专业基础实验课,系统性地升级为新农科

建设在基础教学环节的一个可操作、可评估、可推广的落地方案。通过顶层战略驱动的内涵更新、智能技术的深度教学赋能、以及评价改革引领的价值重塑,完全可以将基础课程打造为培养未来农业领军人才和战略急需人才的基石。

经过三轮教学实践,改革成效显著。学生实验操作技能掌握更扎实,实验成功率大幅提升,在线自主学习主动性增强,实验报告完成质量明显提高,综合实验设计更趋精彩。对比数据显示,学生实验方案设计的创新性与可行性评分平均提升约 35%;在解决开放性产业案例问题时,体现出的知识综合运用能力显著增强。学生的科学逻辑思维、实践创新和团队协作能力得到显著提升。近五年,课程团队指导本科生获全国大学生生命科学创新创业大赛创新类一、二等奖、全国大学生生命科学竞赛二等奖等国家级赛事奖励 8 项,省部级赛事奖励 30 余项,本科生发表学术论文 8 篇。

立体化教学资源平台和 EMDVD 智慧教学模式通过国家精品课程资源共享课和中国大学慕课平台为全国高校所广泛了解。课程改革成果荣获省级教学成果奖,团队核心教师多次受邀在全国性教学研讨会及中国动物生理生化分会年会上作主题报告,改革经验获得了学界与同行的广泛认可。

五、结语

“动物生理学实验”课程教学改革坚持问题导向、目标导向与效果导向相统一,通过内容重构、资源建设、模式创新与评价改革,构建了以虚实融合、数字赋能为特征的实验教学新生态。内容重构要面向新农科需求,体现高阶性与创新性;资源建设要借力数字技术,实现立体化与全覆盖;教学模式要创新形态,构建多维互动的学习生态;评价机制要全过程兼顾,培育学生自主学习和科学探索精神。这一方案为信息化时代背景下农林类专业基础实验课程的可持续发展提供了一条可借鉴的实践路径。

参考文献

- [1] 教育部等九部门. 关于加快推进教育数字化的意见(教办〔2025〕3号)[Z]. 2025.
- [2] 教育部等六部门. 高等教育学科专业设置调整优化行动方案(2025—2027年)[Z]. 2025.
- [3] 牛冬, 李思鸿, 崔艳军, 等. 农业强国与新农科背景下动物生理学实验课程教学改革探索[J]. 生命科学研究, 2025, 29(2): 182-188.
- [4] 王慧敏, 杨美玲, 张成, 等. “人体及动物生理学实验”的数字化教学改革探索[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2025, 15(2): 49-53.
- [5] 吴岩. 以高等教育综合改革服务中国式现代化[N]. 中国教育报, 2024-03-05(01).
- [6] 贺显晶, 范春玲, 连帅, 等. 新农科背景下动物病理生理学实验教学改革探索[J]. 黑龙江农业科学, 2022(2): 81-85.
- [7] 张宇, 李峰. “人体及动物生理学实验”的数字化教学改革探索[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2025, 15(1): 45-50.
- [8] 王华, 刘伟. 新农科背景下专业课程思政的融入路径与实践——以动物生理学为例[J]. 高等农业教育, 2024(2): 112-117.
- [9] 李玉丹, 肖春红, 计红, 等. 多元教学模式在《动物生理实验》课中的应用[J]. 现代畜牧科技, 2026(3).
- [10] 陈明. 人工智能赋能实验教学: 模式构建与效果评估[J]. 实验技术与管理, 2024, 41(5): 189-195.
- [11] 张胜利, 赵俊杰, 黄中文. 生物技术专业选修课考核评价方式改革与实践[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2022(3): 19-20.