

以科研能力培养为核心的《试验设计与统计分析》教学改革探索与实践

王自林 刘美菊*

云南农业大学资源与环境学院, 中国·云南 昆明 650201

摘要: 在“新农科”建设与乡村振兴战略深度融合的背景下, 云南农业大学资源与环境学院自 2022 年起对农业资源与环境专业核心课程《试验设计与统计分析》开展以科研素养提升为核心的系统性教学改革。针对传统教学中存在的内容抽象、重理论轻实践、案例区域适配性弱及学生参与度低等突出问题, 课程组确立“科研过程为载体、能力产出为导向、服务区域经济为特色”的新理念, 重构“知识—能力—价值”三维教学目标。通过构建“理论—案例—区域”三位一体教学内容体系、打造贯穿作物全生育期的沉浸式科研实践平台、推行“导学—自学—讲授—讨论”混合式教学模式, 并融入本土科学家精神与学术诚信教育, 有效提升了学生的科研全链条实践能力。同时, 建立过程性多元评价机制, 并规划虚拟仿真平台与分层教学资源库等长效建设路径, 为农林高校同类课程改革提供了可借鉴的模式。

关键词: 试验设计与统计分析; 科研素养提升; 教学改革

Innovating the Teaching resofm of "Experimental Design and Statistical Analysis": An Approach Focused on Research Competency

Wang Zilin, Liu Meiju*

College of Resources and Environment, Yunnan Agricultural University, China Yunnan Kunming 650201

Abstract: Against the backdrop of the deep integration between the "New Agricultural Science" initiative and the rural revitalization strategy, we have implemented systematic teaching reforms centered on enhancing scientific research literacy in the core course "Experimental Design and Statistical Analysis" since 2022. In response to salient issues prevalent in traditional teaching—such as overly abstract content, a tendency to prioritize theory over practice, weak regional adaptability of case studies, and low student engagement—the course team has established a new educational philosophy of "leveraging the research process as a vehicle, focusing on competency-based outcomes, and emphasizing service to the regional economy as a distinctive feature." This approach restructures the three-dimensional teaching objectives encompassing "knowledge, ability, and values." By constructing a "theory—case—region" integrated teaching framework, developing an immersive scientific research practice platform that spans the entire crop growth cycle, and incorporating the spirit of local scientists along with academic integrity education, the reforms have effectively strengthened students' end-to-end research capabilities. Furthermore, a process-oriented, multi-dimensional evaluation mechanism has been established, complemented by long-term development plans such as virtual simulation platforms and tiered teaching resource databases. These efforts collectively provide a replicable model for similar course reforms in agricultural and forestry universities.

Keywords: Experimental design and statistical analysis; Scientific research literacy; Teaching reform

1 课程改革的时代要求与现实挑战

在“新农科”建设与乡村振兴战略深度融合的时代背景下, 高等农林院校肩负着培养的具有创新意识、创新能力和科研素养的高层次、高水平卓越农林新才的历史责任^[1]。《试验设计与统计分析》作为农业资源与环境专业的

核心基础课, 以试验设计、田间试验、培养试验、统计分析为核心内容, 通过该课程的学习, 旨在使学生掌握“提出问题—试验设计—试验实施—数据分析—结果解释”的科学研究方法论的核心要素, 是学生接触科研、训练科研思维的启蒙课程和重要桥梁。该课程的教学质量, 直接

关系到学生毕业论文(设计)的水平、升学深造潜力以及未来从事农业科技工作的实践能力。

长期以来,该课程的教学面临诸多挑战。其一,内容抽象,前置知识要求高。该课程建立在概率论、统计学原理等抽象数学理论的基础之上,对学生的逻辑思维与数学功底有极高的要求^[2]。但是从全国地方农业院校课程开设的实际情况看,包括本专业在内的大农学类各专业的学生不再要求学生必修《线性代数》《概率论》等数学类基础课程,学生数学基础薄弱,教师“难讲”,学生“难学”是普遍现象^[3]。其二,重理论轻实践,科研能力训练不足。传统教学大多聚焦于试验方法的演示、统计分析的推导与演算,理论知识与真实农业科研场景脱节。学生对试验设计与统计分析的理解往往停留在“解题”层面,难以迁移至复杂的田间试验设计、试验实施和数据分析中,制约了学生科研思维训练和科研素养的养成。其三,教学内容普适性强,区域针对性弱。教材案例多以玉米、小麦、大豆等粮食作物为主,与咖啡、茶叶、中药材、花卉等云南高原特色经济类作物的实际匹配度低,难以激发本土学生的学习兴趣和认同感。其四,教学模式单一,学生参与度低。“教师讲、学生听”的灌输式教学仍占主导,学生被动接受知识,缺乏主动探索和协作解决实际问题的机会,批判性思维与创新能力培养受限。

为应对上述挑战,响应“新农科”对实践创新能力培养的迫切要求,云南农业大学资源与环境学院《试验设计与统计分析》课程组自2022年起,启动了以“科研能力培养”为核心的系统性教学改革。改革摒弃了“为教统计而教统计”的旧有思路,确立了“科研过程为载体、能力产出为导向、服务区域经济为特色”的新理念,对课程的目标、内容、方法、实践、评价等环节进行了全方位重塑。本文对本轮改革的理念架构、实施路径与初步成效进行总结,以期同类课程的改革参考与借鉴。

2 革新教学理念,重构课程目标:从“知识传授”到“科研能力养成”

课程组深入学习和领会国家关于高等教育改革和“新农科”建设的精神,认识到农林教育必须“走下黑板、走出教室、走进山水林田湖草”^[4]。因此,改革的核心理念确定为:“坚持以学生为中心、以科研能力培养为主线、以解决复杂农业问题为导向,实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一”。

在这一理念指引下,课程教学目标被重新界定为三个层次:

(1) 知识目标:使学生系统掌握试验方案设计的基本原则、田间试验和培养试验的研究方法、数据统计分析的原理与流程。

(2) 能力目标(核心):重点培养学生完整实施“科研选题→试验设计→方案实施→数据采集→统计分析→结果解释→报告撰写”全链条科研过程的综合实践能力。

(3) 素质与价值目标:培养学生严谨求实的科学态度、团结协作的团队精神和恪守学术道德的诚信意识,以及扎根乡土、服务高原特色农业发展的使命担当。

这一目标体系将“科研能力”置于中心位置,课程教学围绕如何有效支撑和达成这一核心能力而展开。

3 教学改革的路径与创新实践

3.1 重构教学内容:构建“理论-案例-区域”三位一体的知识体系

(1) 夯实理论基础,突出方法论主线:针对学生数学基础薄弱的问题,本课程强化概率分布、抽样分布、假设检验原理、方差分析原理、回归与相关分析原理等核心统计思想的教学,并强调其统计学意义与应用逻辑。教学内容整合为“统计分析基本理论”“试验方案与方法设计”“田间与培养试验技术”“统计分析方法应用”四大模块,逻辑上紧扣科研流程。

(2) 建设“本土化+前沿性”案例库:这是教学内容改革的特色与亮点。课程组系统梳理了三大案例资源:

高原特色作物案例库:广泛收集云南烤烟、普洱茶、小粒咖啡、花卉、中药材等特色作物在营养调控、逆境响应、品质提升等方面的研究论文与项目报告,替代或补充教材中的传统作物案例。

本土科研项目案例库:将学院教师承担的关于坡耕地水土保持、农业面源污染治理、中低产田改良、养分资源高效利用等国家及省部级科研项目成果,转化为教学案例。例如,将“滇池流域农业面源污染测算与控制”项目中的田间监测试验设计与数据分析过程引入课堂。

经典与前沿文献库:精选《根际研究方法》《农林业菌根研究技术》《土壤微生物研究方法》等方法学专著,以及《soil biology and biochemistry》《Plant Soil》《Journal of Plant Nutrition》《Nature Sustainability》《Environmental Science & Technology》等顶刊的前沿研究论文,供学有余力的学生拓展学习,了解学科发展动态。

通过这些鲜活、接地气的案例,抽象统计方法与区域农业实际问题紧密挂钩,显著提升教学内容的亲和力与实用性。

3.2 创新实践体系：打造“全链条、沉浸式、贯穿生育期”的科研实践平台

彻底改变以往的“观摩化、阶段化”的课程实习方式，设计并实施了具有农业资源与环境专业特色的全链条沉浸式科研实践项目。

项目载体：依托学校后山长田间试验基地和温室大棚，要求学生以小组（8-10 人）为单位，围绕一个具体的科学问题（如“不同有机肥对高原某特色蔬菜产量品质的影响”），独立完成从开题到结题的全过程。

实施流程：（1）根据课程进度，学生自选题目或教师制定题目，完成文献查阅、研究方案制定、田间或盆钵试验方法设计、种植计划书制定。（2）在作物整个生育期内，学生分组负责试验地的区划、播种/移栽、施肥、灌溉、病虫害观察、样品采集与预处理等全部农事操作与数据采集。（3）利用实验室和计算机房，完成样品测定、数据整理，运用 SAS 或 SPSS 软件进行统计分析、图表制作，并撰写格式规范的科研实习报告。（4）举行模拟学术研讨会，各小组进行 PPT 答辩，接受教师和其他小组的提问。

这一实践模式打破了理论教学与科研实践的壁垒，使学生亲身体验科研的完整性、复杂性与挑战性，实现了“做中学、研中思”，是科研能力培养关键的落地环节。

3.3 深化课程思政：挖掘“本土榜样与大地论文”的育人资源

将价值塑造自然融入专业知识传授，构建了富有农科特色的课程思政体系。

（1）科学家精神引领：重点讲述与学校、学院有密切联系的“本土榜样”故事，如张福锁院士创立“科技小院”模式，扎根农村解民生、治学问的担当，朱有勇院士“把论文写在大地上”，利用林下种植技术助力脱贫攻坚的工匠精神。这些身边楷模的故事增强了感染力和说服力。

（2）实践平台承载：将“大理古生村科技小院”“朱有勇院士林下中药材示范基地”等作为实践教学与思政教育的结合点。组织学生在线参观或现场研学，理解“顶天立地”科研的内涵，激发“学农为农、科研报国”的职业情怀。

（3）学术规范融入：在数据分析与报告撰写环节，强调数据真实性、图表规范性、引用准确性，将学术道德与诚信教育具体化，培养学生严谨求实的科研品格。

3.4 革新教学模式：推行“导学-自学-讲授-讨论”时空拓展的混合式教学模式

（1）课前（线上导学与自学）：教师通过“智慧树”

或课程微信群发布任务单、知识图谱、微课视频及预习文献。学生自主完成基础知识学习，并以小组形式进行文献批注、思维导图绘制、问题清单整理。

（2）课中（线下内化与深化）：课堂不再是教师的“独角戏”。采用“翻转课堂”形式，学生首先汇报预习成果、提出疑难；教师则精讲重点难点，并引入精选案例，组织小组讨论、情景模拟、软件操作演示等。在课堂教学中问题导向式、案例探究式、小组协作式等教学方法综合应用。

（3）课后（线上延伸与强化）：发布涵盖基础题、综合应用题、拓展探究题的阶梯式作业，利用在线平台进行提交、批改与答疑。鼓励学生关注“科研后花园”等学术公众号，学习使用 R 语言、Origin 等工具进行进阶数据分析与可视化。

（4）实践（贯穿全程的项目驱动）：如前所述，实践项目与理论教学进度交织并行，形成“理论指导实践、实践反馈理论”的良性循环。

该模式实现了教师角色从“讲授者”到“设计师、引导者、协作者”的转变，学生角色从“被动接收者”到“主动探究者、知识建构者”的转变。

3.5 优化考核评价：建立“过程与结果并重、能力与知识兼顾”的多元评价体系

改革“一考定乾坤”的传统评价方式，采用综合性、过程性、发展性评价。

评价构成：总评成绩 = 期末考试（70%）+ 课外作业与学习成果（20%）+ 互动学习与团队表现（10%）。

过程评价内涵：

课外作业（20%）：不仅评价计算正确性，更关注方案设计的合理性、统计结果解释的科学性、报告撰写的规范性。

互动学习（10%）：评价学生在课堂讨论、小组合作、实践项目中的参与度、贡献度、沟通协作能力及批判性思维。

期末考试改革（70%）：减少纯记忆和套公式的计算题，增加结合农业实际情景的综合分析题、试验设计评价题、错误结果辨析题，重点考查知识应用与解决实际问题的能力。

这一评价体系如同一根“指挥棒”，引导学生将学习重心从死记硬背转向能力养成和过程参与。

4《试验设计与统计分析》持续建设

健全实践教学的长效保障机制：多年实践教学经验表

明,全生育期试验受农时、气候影响大,对场地、物料、师资投入要求高。未来课程建设一方面加强校内田间试验基地和温室大棚管理,建立教师科研项目与课程实践的共享机制,资源共享、优势互补。另一方面应着力构建集虚拟仿真科研实践项目,例如,开发基于云南高原特色作物(如烤烟、普洱茶、咖啡、三七等)的虚拟田间试验和培养试验系统,让学生在虚拟环境中灵活进行试验设计与结果模拟,突破真实试验的时空与成本限制。

构建层次分明的教学资源库:当前课程案例库与文献资源虽具本土特色与前沿性,但存在“高阶资源多、入门引导少”“英文文献为主、中文支撑不足”等问题,难以满足学生差异化学习需求。未来将构建三个层级的教学资源库:面对全体学生构建包含微课视频、典型错误案例集、中文文献库等基础层面教学资源库,强化课程基础知识的理解和应用;面对学有余力者,构建包含本土科研项目案例库、中英文对照文献库等进阶层级的教学资源库,支持其深度探究;面对科研兴趣浓厚或准备升学的学生,持续更新顶刊英文文献库、前沿研究方法论专著库等资源,引导其接轨学科前沿。

强化课程育人功能的协同延伸:将科研素养培育与价值引领有机融合,推动课程思政从“融入”走向“共生”。一是拓展“大地论文”育人场景,加强与“大理古生村科技小院”“林下中药材示范基地”等校外实践基地的合作,组织学生参与真实科研服务项目,在解决区域农业实际问

题中厚植“知农爱农、强农兴农”情怀;二是建立“本科生科研导师制”,鼓励课程教师将教学项目与自身科研课题衔接,吸纳优秀学生进入课题组,实现课程训练与科研入门的无缝对接;三是完善学术诚信教育闭环,在数据采集、分析、报告撰写各环节嵌入学术规范训练,并通过“科研伦理辩论”“数据造假案例剖析”等活动,筑牢科研道德底线。

参考文献:

- [1] 安吉共识——中国新农科建设宣言[J]. 中国农业教育, 2019,20(03):105-106.
- [2] 王瑞清,何良荣,胡守林等.《田间试验与统计方法》课程的学习策略和教学策略[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2011,24(3):113-114.
- [3] 刘欣. 试验设计与统计分析课程混合教学模式探析[J]. 2023-09,25(5):628-633.
- [4] 黄炼,朱江江,益西康珠等. 新农科背景下校内实践教育基地建设与创新人才培养[J]. 大武汉, 2024(7).

基金项目:云南农业大学2022年校级一流课程(2021YLKC118),云南农业大学2024年课程思政示范课程(YNAUKCSZSFKC2024021)。

作者简介:王自林(1972-),男,硕士,高级实验师,研究方向:从事养分资源高效利用研究。

通讯作者:刘美菊(1984-),女,博士,副教授,研究方向:从事烟草栽培与病虫害防治研究。