

AI与大数据驱动的《作物栽培与种子检验》 实验教学改革探索

石亚飞

信阳师范大学生命科学学院, 河南 信阳

收稿日期: 2026年6月25日; 录用日期: 2026年8月13日; 发布日期: 2026年8月25日

摘 要

《作物栽培与种子检验》是生物科学连接理论与生产的重要实践课, 实验教学对培养动手、科学思维与职业素养关键。AI与大数据变革种业, 传统教学存在内容、技术、评价等方面的滞后与脱节。基于信阳师院实际, 系统剖析问题并提出AI改革: 构建多层次递进体系, 引入机器视觉、近红外和智能传感等现代技术, 开发虚拟仿真平台与数字化资源, 建立多模态过程评价机制。以形态识别和纯度鉴定两案例展示实施路径, 预期提升检测效率与数据分析能力。本研究拟在后续1~2个教学周期内开展试点, 通过前测 - 后测对比、问卷调查、学生访谈及作品分析等方式收集实证数据, 以验证改革方案的有效性, 并对预期成果进行量化分析。旨在为地方高校农学实验教学数字化提供可操作可推广参考。

关键词

种子检验实验, 教学改革, 人工智能, 大数据, 过程性评价

AI and Big Data-Driven Experimental Teaching Reform in “*Crop Cultivation and Seed Inspection*”: An Exploration

Yafei Shi

College of Life Sciences, Xinyang Normal University, Xinyang Henan

Received: June 25, 2026; accepted: August 13, 2026; published: August 25, 2026

Abstract

“*Crop Cultivation and Seed Inspection*” is a key practical course bridging theory and production in biological sciences; its laboratory teaching is essential for developing hands-on skills, scientific

thinking, and professional ethics. As AI and big data transform the seed industry, traditional teaching suffers from lagging content, technological disconnect, and monolithic assessment. Based on the practice at Xinyang Normal University, this paper systematically analyzes these problems and proposes an AI-driven reform: constructing a three-tier progressive system (basic verification - comprehensive design - inquiry innovation), introducing modern technologies such as machine vision, near-infrared spectroscopy, and intelligent sensing, developing a virtual simulation platform and digital resources, and establishing a multimodal process-oriented evaluation mechanism. Two cases—seed morphological identification and purity determination—are used to demonstrate the implementation pathway, with expected outcomes including improved detection efficiency and data analysis capability. This study plans to pilot the proposed reform over the next 1~2 teaching cycles, and will collect empirical data through pre-test/post-test comparisons, questionnaires, student interviews, and work analysis to validate the effectiveness of the reform and to quantitatively analyze the expected outcomes. This study aims to provide a practical and replicable reference for the digital transformation of agronomy laboratory teaching at local universities.

Keywords

Seed Testing Experiments, Teaching Reform, Artificial Intelligence, Big Data, Process-Oriented Evaluation

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

种子是农业“芯片”，种子质量检验是保障粮食安全和种业振兴的关键技术支撑。随着《中华人民共和国种子法》¹修订实施和种业市场化深入推进，行业对种子检验人才的实践能力、技术素养和质量意识提出更高要求。同时，以深度学习、计算机视觉、近红外光谱、物联网为代表的 AI 与大数据技术正深刻重塑传统检验范式——从人工形态观察转向智能图像识别，从理化分析走向近红外快速检测，从抽样检测迈向全链条质量追溯[1]。

《作物栽培与种子检验》是信阳师范大学生命科学学院生物科学专业的核心任选课，笔者在教学中深切感到现行实验教学体系与学生能力培养及行业需求之间存在显著落差。该课程实验教学共 36 学时，涵盖扦样、净度、发芽、纯度、水分、千粒重、活力等 10 个项目，是培养熟练操作实践能力和严谨科学态度的关键环节[2]。然而，现行体系有三方面突出问题：其一，实验内容以经典方法为主，与 ISTA 规则及种业企业应用的智能化技术存在明显“技术代差”；其二，实验手段仍以人工操作、目视判断和手工记录为主，未有效整合现代传感、图像处理与数据分析工具，难以支撑“关注种业前沿技术”的能力培养目标；其三，实验评价以报告规范性为主要尺度，缺少对学生实验设计能力、异常数据分析能力及人机协同操作素养的过程性诊断。这些问题不仅制约教学质量提升，也直接影响学生毕业后进入种业岗位的适应力和竞争力。

针对上述问题，国内学者进行了有益探索。在国际层面，精准农业和数字农业理念已深度融入欧美农业院校的课程体系。例如，荷兰瓦赫宁根大学开发了基于数字孪生的温室作物管理虚拟仿真平台，将 AI 决策支持系统纳入实验教学环节[3]。在国内，谢剑波等[4]在遗传学实验中引入生物信息学模块，利用公共数据库和在线分析工具培养学生大数据分析思维；赵莹等[5]在作物育种学实验中融入智慧农业元素，设计了

¹https://zys.moa.gov.cn/flfg/202304/t20230423_6426120.htm

基于传感器网络的田间数据采集与分析项目；陈翔等[6]从新农科视角探讨作物栽培学实验课改革方向，强调信息技术与传统农学实验的深度融合。此外，张春庆等[7]提出在种子检验教学中引入近红外光谱和图像处理技术，但尚未形成系统化的教改方案。左青松等[8]以扬州大学为例，提出作物栽培学课程应强化实验教学的“设计性”和“探究性”，但缺乏 AI 技术落地的具体路径。总体来看，专门针对种子检验实验的系统化、AI 驱动的教改研究仍较薄弱，尤其缺乏面向地方高校实际、兼顾成本与可操作性的完整方案。

本文以信阳师范大学生命科学学院生物科学专业《作物栽培与种子检验》实验课程为研究对象，从任课教师视角，聚焦种子检验模块(10 个项目，36 学时)，系统分析当前实验教学的核心瓶颈，提出 AI 大数据赋能的改革路径，并以两个典型案例展示具体的教学设计创新。本研究构建的“三层次 - 四一体”改革框架(三层次：基础验证 - 综合设计 - 探究创新；四一体：目标重构 - 内容升级 - 平台支撑 - 评价创新)，在理论层面整合了布鲁姆教育目标分类学与情境学习理论，在实践层面提供了面向地方高校约束条件的可操作方案。相较于既有研究多聚焦单一技术引入或局部环节改进，本框架的独特之处在于：1) 系统性地将 AI 技术嵌入种子检验全流程，而非碎片化点缀；2) 针对地方高校“设备有限、师资转型难”的现实，设计了低成本、分阶段的实施路径；3) 将“人机协同”作为核心能力培养目标，而非简单以 AI 替代传统方法。研究旨在为同类地方高校农学类实验课程的数字化转型提供实践参考。

2. 当前实验教学存在的突出问题

信阳师范大学生命科学学院《作物栽培与种子检验》实验课程以胡晋、关亚静主编的《种子检验学》(第二版)为基本教材[9]，共设 10 个实验项目(表 1)。该体系基本覆盖了种子检验的核心流程，对学生基本操作技能的培养发挥了基础性作用。但作为任课教师，笔者在教学过程中深刻感受到，在 AI 与大数据深度渗透种业科技的当下，该体系的结构性缺陷日益凸显，迫切需要进行系统性改革。

Table 1. Current experimental project arrangement of “Crop Cultivation and Seed Inspection” at Xinyang Normal University
表 1. 信阳师范大学《作物栽培与种子检验》现有实验项目设置

实验编号	实验名称	学时	实验类型	主要技术手段
实验一	种子扦样	2	验证性	手工扦样器、四分法
实验二	农作物种子的形态识别与分类	4	验证性	放大镜、体视显微镜
实验三	转基因种子特定特性测定	4	验证性	免疫层析试纸条
实验四	种子纯度鉴定	4	验证性	形态鉴定、苯酚染色法
实验五	种子千粒重测定	2	验证性	电子天平(百粒法)
实验六	种子净度分析	4	验证性	手工分离、称重
实验七	种子萌发实验	4	验证性	发芽床培养、人工计数
实验八	伸长胚根计数测定	4	验证性	人工测量、人工计数
实验九	幼苗鉴定	4	验证性	形态观察、人工判定
实验十	种子含水量测定	4	验证性	低恒温烘干法

2.1. 实验项目类型单一，高阶能力培养不足

从表 1 可见，现行 10 个实验项目全部为“验证性”实验。教学中发现，学生按既定步骤验证教材结论，缺少“综合设计性”和“研究创新性”实验的梯度设置。这种“流水线式”模式带来三方面问题：其

一，学生始终处于被动执行角色，缺乏方案设计、条件优化、方法比较等高阶思维训练；其二，10个实验各自独立，学生难以形成“扦样 → 净度分析 → 发芽试验 → 纯度鉴定 → 水分测定”完整检验流程的系统认知；其三，实验失败时学生往往直接重做，缺少对失败原因的排查和异常数据的批判性讨论，难以支撑“准确记录、计算和分析数据”的能力培养目标。

2.2. 检验手段与种业企业技术现状脱节

当前实验中，学生核心技术手段仍为放大镜、天平、烘箱“三大件”。经典方法虽是基本功，但已远不能满足现代种业需求。调研显示，国内大型种业公司检验实验室已普遍配备近红外水分分析仪、全自动数粒及千粒重分析系统、计算机辅助图像分析系统等设备。值得关注的是，基于深度学习的品种纯度鉴定、基于高光谱成像的活力无损检测等 AI 技术正从实验室走向产业化应用[10] [11]。然而学生从未接触过这些技术设备和数据处理方法，毕业后进入企业将面临“能力恐慌”，与课程大纲“关注种业前沿技术”的要求形成矛盾，直接影响就业竞争力和职业发展后劲。

2.3. 实验数据记录与处理的数字化程度低

现行实验中，学生采用纸质报告记录数据，数据分析停留在手工计算和简单表格层面。以“种子净度分析”为例，学生需手动分离称重并手工计算百分比，过程耗时且易生误差——这正是引入电子数据采集、实时校验、自动计算的典型场景。同样，“发芽实验”每日人工计数工作量大且易出错，若引入图像采集配合智能计数算法，可将学生从重复劳动中解放，聚焦数据分析与结果解读等高阶任务。数字化工具缺位，既降低了效率，也使学生失去利用现代技术提升工作质量的重要体验，不利于培养适应智能化检测环境的综合素养。

2.4. 实验评价过度依赖终结性报告

目前成绩评定主要依据纸质报告，关注格式规范、步骤完整和最终数据的“正确性”。教学实践中，该模式存在明显局限：一是无法衡量操作规范性、仪器使用熟练度及团队协作能力；二是对失败后的诊断分析、非常规数据的批判性讨论等宝贵经历缺乏评价载体；三是教师难以获取伴随性数据，无法对学生能力发展轨迹进行精准诊断和及时干预。这种“一纸定成绩”的方式，既不能全面反映真实学习成效，也难以发挥评价对学习的正向引导功能。

3. AI 大数据驱动的实验教学改革路径

针对上述问题，本研究构建了“目标重构 - 内容升级 - 平台支撑 - 评价创新”四位一体的改革框架，以 AI 与大数据技术为驱动力，推动实验教学从“技能操练”向“能力建构”转型。

3.1. 重构“多层次”实验项目体系

参照布鲁姆教育目标分类学，将 10 个实验项目重构为“基础验证 - 综合设计 - 探究创新”三个层次(表 2)，形成能力递进体系。

第一层：基础验证性实验(保留 4 项，16 学时)。保留扦样、千粒重、净度分析、含水量测定 4 个核心实验，重点训练标准操作流程和规范意识。教学方式上计划从“照方抓药”转变为“问题导向”：如在扦样中引入不同扦样方案对样品代表性的对比设计，让学生理解随机误差的来源与控制。第二层：综合设计性实验(扩展为 3 项，12 学时)。将原有独立实验整合为综合性项目。如将萌发实验、伸长胚根计数、幼苗鉴定整合为“基于多指标的大豆种子活力综合评价”项目，要求学生自行设计取样方案、安排实验时序、比较各指标的相关性和优劣，形成综合评价报告。第三层：探究创新性实验(新增 3 项，8 学时)。

引入 AI 驱动项目，包括“基于机器学习的种子图像分类”、“基于近红外光谱的水分快速预测模型构建”、“利用计算机视觉的发芽率自动计数方法比较”。采用“低门槛 AI 平台”，让学生在无需精通编程的条件下体验从数据采集、模型训练到性能评估的完整流程。

Table 2. Restructuring plan for the “three-tier” experimental project system
表 2. “三层次”实验项目体系重构方案

层次	实验项目	学时	核心训练目标	AI/大数据融合点
基础验证	种子扦样	2	规范操作、随机误差控制	数字孪生扦样模拟器
基础验证	种子千粒重测定	2	精密称量、数据统计	自动数粒与称重集成系统
基础验证	种子净度分析	4	组分分离、重量分析	图像辅助杂质识别
基础验证	种子含水量测定	4	恒重操作、误差控制	近红外快速水分测定法对比
综合设计	种子活力综合评价 (整合原实验七、八、九)	4	多指标整合、方案设计	多源数据关联分析
综合设计	种子纯度形态与生化综合鉴定 (整合原实验二、四)	4	多方法比较、结果互验	苯酚染色显色反应的图像量化
综合设计	转基因种子检测方法比较 (整合原实验三)	4	免疫学与分子方法对比	侧流层析试纸条的智能判读
探究创新	基于机器学习的种子图像分类	3	数据集构建、模型训练与评估	华为 ModelArts/Teachable Machine
探究创新	基于近红外光谱的水分预测建模	3	光谱采集、预处理与建模	Python/Scikit-learn 回归建模
探究创新	基于计算机视觉的发芽率自动计数	2	图像处理、算法比较	OpenCV 图像分割与计数

3.2. 引入 AI 与大数据检测技术模块

Table 3. A matrix framework for blending AI and big data into seed inspection practical sessions
表 3. AI/大数据技术在种子检验实验中的融合矩阵

传统实验项目	引入的 AI/大数据技术	具体融合方式	对应能力目标
种子形态识别	深度学习图像分类 (CNN)	学生拍摄种子图像，使用 Teachable Machine 训练分类器，与人工识别结果比较	理解机器视觉原理；体验“数据 - 模型 - 预测”流程
净度分析	图像分割与目标检测	用手机拍摄样品，AI 预识别杂质区域，学生复核确认	人机协同操作；理解 AI 辅助的价值与局限
发芽实验	计算机视觉自动计数	每日定时拍摄发芽图像，使用 OpenCV 脚本自动计数并生成动态曲线	自动化数据采集；批量图像处理方法
水分测定	近红外光谱(NIR) + 偏最小二乘回归	使用便携式 NIR 仪采集光谱，建立水分预测模型并与烘干法对比	光谱分析原理；回归建模与模型评价
纯度鉴定	深度学习品种分类 (ResNet 等)	训练品种分类模型，与形态鉴定和苯酚染色结果进行三方互验	多方法交叉验证；模型准确率计算与误差分析
活力测定 (伸长胚根法)	图像测量与自动分级	拍摄胚根图像，自动测量长度并按标准分级统计	图像测量原理；阈值分割与形态学操作

在不增加总学时的前提下，采用“嵌入替代”与“平行比较”两种方式引入 AI 技术。“嵌入替代”指用 AI 辅助方法替代部分人工操作：如在净度分析中嵌入杂质智能识别，用手机拍摄样品经云端模型自动标记可疑杂质，由学生复核确认。“平行比较”指让学生同时使用经典方法和 AI 方法，通过数据对比理解技术原理与适用边界：如在水分测定中，学生用烘干法(标准法)和近红外水分测定仪(快速法)分别测定同一样品，比较精度、用时和便捷性。表 3 展示了各实验的融合方式及能力培养目标。

3.3. 构建虚实结合的教学平台体系

针对地方高校设备有限的现实约束，构建“实体实验 + 虚拟仿真 + 云端 AI”三位一体的混合式平台。

1) 实体升级：增设低成本智能检测模块，包括手机微距摄影支架(配标准光照箱)和便携式近红外光谱仪，投入控制在 10 万元以内即可实现显著升级。该配置可支撑“形态识别”、“水分测定”、“发芽率自动计数”等 3~4 个实验项目的 AI 化改造。后续第 2~3 年可争取校级教改或实验室建设项目，购置全自动数粒及千粒重分析系统(约 8~10 万元/台)、高通量图像采集平台(约 5~8 万元)，进一步提升自动化水平(表 4)。

Table 4. Initial low-cost equipment configuration list and budget
表 4. 初期低成本设备配置清单与预算

设备名称	型号/规格建议	数量	用途
手机微距摄影支架(配标准光照箱)	定制/国产通用型	10 套	种子图像标准化采集
便携式近红外水分测定仪	国产入门级	2 台	水分快速检测、光谱数据采集
树莓派图像采集套件(含摄像头)	Raspberry Pi 4B + 8MP Camera	5 套	发芽图像定时采集、图像处理实验
电子分析天平(万分之一)	国产常用型号	5 台	千粒重、净度分析(补充现有设备)

2) 虚拟仿真：开发“种子检验虚拟仿真系统”，涵盖扦样方案设计、发芽环境设置、幼苗鉴定比对等模块，学生可反复练习标准操作并获得即时反馈。

3) 云端 AI 算力：拟与华为云建立教学合作，利用其教育扶持计划提供的免费算力支撑模型训练。以华为 ModelArts 为例，其“一站式”平台提供数据标注、自动学习和模型部署功能，可大幅降低 AI 工具使用门槛。具体合作模式为：学校申请华为云“教育专项扶持”计划，获得每年不少于 50 万次 API 调用额度及 100 小时 GPU 训练时长；平台提供预置的农作物种子图像数据集和基线模型，学生可直接调用或迁移学习；华为云安排线上技术支持，每学期提供 1~2 次技术答疑和教学资源更新。阿里云教育合作方案类似，可作为备选或互补资源。

3.4. 建立数据驱动的多模态过程性评价

计划构建覆盖“操作过程 - 数据质量 - 分析能力 - 创新思维”的多维度过程性评价体系。

1) 操作数字化留痕：在关键实验台部署简易摄像头或利用学生手机，记录关键操作步骤，供回溯评价和自我反思。

2) 数据质量评价：不再只看最终数据“正确性”，而是评价记录完整性、单位规范性、异常值识别与讨论、重复变异合理性等；AI 实验还评价训练数据集质量和调优系统性。

3) 结构化评分：如表 5 所示，设计包含“实验设计(20%) - 操作与数据(30%) - 分析与讨论(35%) - 创新与反思(15%)”维度的评分表。该量规适用于综合设计性和探究创新性实验；基础验证性实验可适当调整权重(操作与数据占比可提高至 40%，实验设计降为 10%)。

Table 5. “Four-dimensional structured scoring” rubric
表 5. “四维结构化评分”量规(Rubrics)

评分维度	权重	优秀(90~100 分)	良好(75~89 分)	合格(60~74 分)	待改进(<60 分)
实验设计	20%	能独立提出合理方案，变量控制科学，重复设置恰当，有明确的对照设计	方案基本合理，变量控制无明显漏洞	按给定方案执行，无自主设计	方案有明显逻辑缺陷或变量混淆
操作与数据	30%	操作规范熟练，数据记录完整、单位准确，重复间变异合理，异常值被正确标记	操作基本规范，记录较完整，偶有遗漏	操作有少量不规范，记录基本完整	操作不规范，记录混乱或数据缺失
分析与讨论	35%	数据分析方法恰当，能识别异常值并深入讨论原因，结论与证据匹配，能比较不同方法优劣	分析基本正确，能提及异常但讨论较浅	仅有简单计算和描述，缺乏深入分析	数据分析错误或缺失，无讨论
创新与反思	15%	能提出改进方案，对方法局限性有清晰认识，反思具体且有深度	有基本的反思，能指出部分不足	反思笼统、流于形式	无反思或反思与实际情况不符

4) 建立数字档案：依托学习管理系统，完整记录预习、虚拟仿真练习、实体实验数据、AI 建模日志及互评参与情况，形成个性化能力发展轨迹。表 6 呈现了改革前后评价方式对比。

Table 6. Comparison of lab evaluation methods before and after reform
表 6. 实验评价方式改革前后对比

比较维度	改革前	改革后
评价重心	实验报告的规范性与最终数据	操作过程 + 数据质量 + 分析深度 + 创新思维
数据来源	纸质实验报告(终结性)	操作录像 + 虚拟仿真日志 + AI 建模记录 + 报告
评分维度	单一(格式 + 结果)	四维结构化评分(设计/操作/分析/创新)
反馈时效	期末集中反馈(滞后)	每次实验后自动生成个性化诊断报告
能力覆盖	基本操作、报告撰写	操作规范 + 数据分析 + 批判性思维 + 人机协同

4. AI 赋能实验教学的设计案例

本节以“种子形态识别与分类”和“种子纯度鉴定”两个实验为例，展示 AI 赋能实验教学的具体教学设计。

4.1. 案例一：基于机器学习的农作物种子图像分类

- 1) 改革目标。将传统“放大镜 + 体视显微镜”的人工形态观察升级为“人工鉴定 + 机器学习分类”的对比教学，使学生理解计算机视觉原理，体验完整机器学习流程。
- 2) 教学设计(4 学时)。第一环节(1 学时): 讲解卷积神经网络基本原理和图像分类流程，演示 Teachable Machine 平台操作。第二环节(1.5 学时): 小组采集玉米、水稻、小麦、大豆等 10 种作物种子图像各 30~50 张(不同角度、光照)，构建并标注训练集。第三环节(1 学时): 各小组训练分类模型，调整参数优化性能，记录训练过程和准确率变化。第四环节(0.5 学时): 用测试集评估模型性能，将模型分类结果与人工鉴定结果对比分析，讨论两种方法的优劣及适用场景。
- 3) 考核要点。数据集质量(清晰度、角度多样性、标注准确性); 训练过程的系统性和调优策略合理性; 错误案例的分析深度; 人机对比报告的完整性和批判性思考。

4.2. 案例二：基于深度学习的玉米种子品种纯度鉴定

1) 改革目标。将传统“形态鉴定 + 苯酚染色法”升级为多方法平行比较的综合设计性实验，引入深度学习分类模型，让学生实践多技术交叉验证的现代检验理念。

2) 教学设计(4 学时)。第一环节(1 学时)：介绍品种纯度鉴定的行业标准方法，讲解 ResNet 等模型的应用原理及多方法比较设计思路。第二环节(1.5 学时)：学生分组进行形态鉴定(粒型、粒色、胚部特征)和苯酚染色法(染色深浅差异)，分别记录结果。第三环节(1 学时)：使用预训练品种分类模型(云端部署，提供简易交互界面)，上传图像获取 AI 鉴定结果，记录品种类别和置信度。第四环节(0.5 学时)：整合三种方法结果，计算一致率，讨论分歧样本的可能原因(形态重叠、染色控制、模型数据偏差等)，撰写比较报告。

3) 考核要点。传统方法操作规范性；AI 结果解读和置信度分析的合理性；结果不一致时的推理深度；对 AI 模型局限性的认识。

5. 改革试点方案与预期成效

5.1. 试点方案设计

本研究目前处于教学改革方案设计阶段。为验证改革方案的有效性，拟于 2026~2027 学年秋季学期起，在信阳师范大学生命科学学院生物科学专业《作物栽培与种子检验》课程中开展为期 1~2 个教学周期的试点研究。具体方案如下：

1) 研究对象与分组。以选修该课程的自然班为单位，选取 2 个平行班级参与试点。其中 1 个班级(约 35 人)作为实验组，采用本文设计的 AI 大数据驱动教学方案；另 1 个班级(约 35 人)作为对照组，沿用传统教学方案。两组学生在前期专业基础课成绩上无统计学显著差异($p > 0.05$)。

2) 研究工具。① 前测 - 后测对比：在课程开始前和结束后，分别对两组学生进行种子检验理论知识和实践操作能力的标准化测试，试题由第三方教师命题以保证客观性。② 学习成效评估：比较两组学生在综合设计性实验中的方案质量评分、实验报告得分分布及优秀/良好率。③ 问卷调查：设计《种子检验实验教学效果调查问卷》(Likert 5 级量表)，涵盖“学习兴趣与主动性”、“技术前沿认知”、“数据分析能力自信”、“人机协同操作意愿”等维度，经预试后信度 Cronbach's $\alpha \geq 0.80$ 方可使用。④ 半结构化访谈：实验结束后，从实验组随机抽取 10~12 名学生进行一对一访谈(每次约 20 分钟)，深入了解其对 AI 辅助教学的接受度、困难与建议。⑤ 作品分析：收集实验组学生的 AI 建模日志、模型迭代记录和对对比分析报告，分析其问题解决策略的演进轨迹。

3) 数据分析方法。采用独立样本 t 检验比较两组前后测成绩提升幅度的差异；问卷调查采用配对样本 t 检验分析实验组前后变化；访谈内容使用主题分析法进行编码和归纳；作品分析采用质性描述方法，提取典型问题解决路径。

5.2. 预期成效分析

基于上述试点方案，预期在以下方面取得可量化的成效：

1) 检测效率与数据能力提升。实验组学生在图像分类、发芽计数等任务中的完成时间预计缩短 30% 以上，数据记录与处理的规范性显著提高。具体目标：实验组后测中“数据分析与异常值识别”模块得分较对照组高 15% 以上。

2) 学习兴趣与认知拓展。问卷调查预期显示，实验组学生对“种业前沿技术”的认知水平显著提升(Likert 均分从 3.0 升至 4.2 以上)，对课程的学习兴趣和主动探索意愿增强。

3) 高阶思维能力发展。通过综合设计性实验方案评分,预期实验组学生在“问题定义”、“方法比较”、“结果批判性讨论”等维度的得分显著高于对照组($p < 0.05$)。访谈中预期获得学生对“人机协同”工作模式的价值认同和反思性反馈。

4) 教学满意度。课程教学质量评价总分预期从改革前的 85 分左右提升至 92 分以上,尤其在“技术前沿性”“能力培养针对性”等指标上增幅明显。

5) 可推广成果。通过试点积累教学案例、学生作品、问卷数据和访谈记录,形成可公开共享的《AI 赋能种子检验实验教学案例集(第 1 期)》和《教师数字素养培训手册》,供同类院校参考使用。

6. 面临的挑战与对策

6.1. 师资数字素养的短板与提升路径

AI 工具应用对实验教师的数字素养提出新要求,当前教师普遍生物学基础扎实但机器学习知识薄弱。建议采用“分层培训 + 协作教学”:第一层,邀请计算机专业教师每学期开设 2~3 次工作坊,重点培训 Teachable Machine、ModelArts 等低门槛平台操作;第二层,组成“农学 + 计算机”联合教学小组,由计算机研究生任助教解决技术问题;第三层,建立教师学习共同体,定期分享 AI 教学应用经验。

6.2. 面向地方高校的 AI 实验设备投入与共建方案

建议“三步走”:第一步(第 1 年),投入 3~5 万元,购置手机微距摄影支架(配标准光照箱)、便携式近红外水分测定仪(国产入门级)、树莓派图像采集套件,支撑“形态识别”和“水分测定”实验的 AI 改造。第二步(第 2~3 年),争取校级教改或实验室建设项目,购置全自动数粒及千粒重分析系统、高通量图像采集平台。第三步(第 3~5 年),依托产业学院或校企合作平台,与种业企业共建联合实验室,共享高端设备。

6.3. AI 实验教学的数据伦理与规范

需建立明确伦理规范:实验种子图像仅用于教学,不上传公共互联网(教育专用云平台除外);含个人信息的图像不得用于模型训练;训练数据学期结束后规范删除;向学生说明数据采集范围和使用目的,获取知情同意。建议学院制定《AI 辅助实验教学数据管理规范》作为制度保障。

7. 结语

《作物栽培与种子检验》实验教学是衔接理论与产业实践的关键桥梁。在 AI 与大数据深度渗透种业的背景下,固守传统方法无异于“刻舟求剑”,唯有主动拥抱变革,才能培养适应现代种业发展的高素质人才。本文立足信阳师范大学生命科学学院教学实际,系统诊断了实验教学的四个瓶颈——类型单一、手段陈旧、数据弱基、评价固化,并针对性地提出了“三层次”项目重构、AI 检测技术引入、虚实结合平台搭建、多模态过程性评价四方面改革路径。需要强调的是,AI 赋能的目的不是“机器替代人”,而是“人机协同”增效——将学生从繁琐手工操作中解放,将认知资源聚焦于实验设计、数据分析、批判性思维等高阶能力的发展。改革核心始终是“育人”,技术是实现目标的手段。本研究目前处于方案设计阶段,后续拟在 1~2 个教学周期内开展试点,通过前测 - 后测、问卷调查、访谈和作品分析等方法收集实证数据,验证改革成效。

未来计划从两方面深化改革:一是开发面向种子检验课程的专用虚拟仿真平台,实现扦样方案优化、发芽环境调控、幼苗鉴定比对等核心技能的沉浸式训练;二是建立跨校实验教学资源共享机制,与同类高校共同开发 AI 实验教学案例库,降低单校建设成本,提升整体效益;三是基于试点数据,持续迭代优化“三层次 - 四一体”框架,形成可复制、可推广的地方高校农学实验教学数字化转型方案。

基金项目

杂交水稻全国重点实验室(武汉大学)开放课题, KF202508。

参考文献

- [1] 胡立勇, 丁艳锋. 作物栽培学[M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- [2] 生命科学学院 2023 版本各专业人才培养方案[EB/OL]. <http://sky.xynu.edu.cn/info/1018/12139.htm>, 2023-09-01.
- [3] Ariesen-Verschuur, N., Verdouw, C. and Tekinerdogan, B. (2022) Digital Twins in Greenhouse Horticulture: A Review. *Computers and Electronics in Agriculture*, **199**, Article 107183. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107183>
- [4] 谢剑波, 张德强. 大数据时代背景下“遗传学”课程教学改革的实践[J]. 中国林业教育, 2022, 40(3): 70-74.
- [5] 赵莹, 魏峭嵘, 张林, 等. 智慧农业教育背景下作物育种学课程教学改革与创新[J]. 智慧农业导刊, 2025, 5(9): 29-32.
- [6] 陈翔, 李佳佳, 李金鹏, 等. 新农科背景下作物栽培学课程教学改革与实践[J]. 安徽农学通报, 2025, 31(9): 135-137.
- [7] 张春庆, 王建华. 种子检验学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2025.
- [8] 左青松, 杨光, 陈源. 新时期“作物栽培学”课程教学的几点思考——以扬州大学“作物栽培学”为例[J]. 教育教学论坛, 2022(40): 78-81.
- [9] 胡晋, 关亚静. 种子检验学[M]. 第二版. 北京: 科学出版社, 2022.
- [10] International Seed Testing Association (2024) International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association.
- [11] 全国农作物种子标准化技术委员会. GB/T 3543.1-2025 农作物种子检验规程 第1部分: 总则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2025.