

# 基于虚拟仿真实验的《植物组织培养技术》 教学改革实践研究

谢双全, 朱发仁, 马梦圆, 陈喜凤, 李 鑫, 朱新霞\*

石河子大学生命科学学院, 新疆 石河子

收稿日期: 2023年7月14日; 录用日期: 2023年8月11日; 发布日期: 2023年8月21日

## 摘 要

《植物组织培养技术》是一门理论与实践技术紧密结合的课程,也是生物专业的核心基础课程。然而,在过去的教学实践中,存在学生对植物组织培养理论知识的理解和掌握不够、实践训练受到教学资源、平台和时空限制、实验成功率较低、成果转化率较低等问题。本文在分析《植物组织培养技术》教学情况的基础上,围绕“立德树人”总目标,遵循“以学生为中心”基本原则,以虚拟仿真实验平台及智慧教学为重要载体,探索“线上”与“线下”有机结合、“教”与“学”深度融合、“理论”与“实践”高度契合、“课前+课中+课后”协同推进的教学模式。通过对有效教学模式改革的全面探索,有效提高了学生对于课程的学习兴趣与学习积极性,弥补了该课程实验环节存在的耗材损耗量大、植物培养条件高、实验设备昂贵等一系列问题,为实验教学提供了有效补充,也为后续《植物组织培养技术》课程教学改革提供了理论依据。

## 关键词

教学改革, 虚拟仿真, 实验课程, 植物组织培养

# *Plant Tissue Culture Technology Based on Virtual Simulation Experiment Practical Research on Teaching Reform*

Shuangquan Xie, Faren Zhu, Mengyuan Ma, Xifeng Chen, Xin Li, Xinxia Zhu\*

College of Life Sciences, Shihezi University, Shihezi Xinjiang

Received: Jul. 14<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 11<sup>th</sup>, 2023; published: Aug. 21<sup>st</sup>, 2023

\*通讯作者。

文章引用: 谢双全, 朱发仁, 马梦圆, 陈喜凤, 李鑫, 朱新霞. 基于虚拟仿真实验的《植物组织培养技术》教学改革实践研究[J]. 教育进展, 2023, 13(8): 5716-5722. DOI: 10.12677/ae.2023.138891

## Abstract

*Plant Tissue Culture Technology* is a course that combines theory with practice, and it is also the core basic course of biology. However, in the past teaching practice, there were problems such as students' insufficient understanding and mastery of theoretical knowledge of plant tissue culture, practical training restricted by teaching resources, platforms and time and space, low success rate of experiments and low transformation rate of results. Based on the analysis of the teaching and learning of *Plant Tissue Culture Technology*, this paper focuses on the general goal of "building moral and educating people", follows the basic principle of "student-centered", takes the virtual simulation experiment platform and intelligent teaching as the important carrier, and explores the teaching mode of organic combination of "online" and "offline", deep integration of "teaching" and "learning", high integration of "theory" and "practice", and collaborative promotion of "before + during + after class". The comprehensive exploration of effective teaching mode reform has effectively increased students' interest and enthusiasm in the course, compensated for a series of problems in the experimental aspects of the course, such as high loss of consumables, high plant culture conditions and expensive experimental equipment, and provided an effective supplement to experimental teaching, as well as a theoretical basis for the subsequent teaching reform of the course *Plant Tissue Culture Technology*.

## Keywords

Teaching Reform, Virtual Simulation, Experimental Courses, Plant Tissue Culture

Copyright © 2023 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

植物组织培养是以植物细胞、组织、器官为研究对象,基于全能性理论、无性繁殖、离体培养技术,在农业、医药、食品、工业、生物科技等方面有着广泛应用,是人类生产和生活服务的综合性技术科学[1][2],《植物组织培养技术》是一门理论与实践紧密结合,以植物组织培养基本原理、操作程序、关键技术和前沿发展、生产应用为主要内容,培养学生科研探索、创新创业、实践应用及团队合作能力,以培养“专业教育”与“创新创业教育”为一体的专业人才为目标,为学生搭建学校与社会连接的“桥梁”课程。如何建设更宽阔、更通畅的“桥梁”、引导学生未来走的更稳,是课程教学改革的核心内容。

随着大数据、人工智能、5G技术的不断发展,智慧教学、虚拟仿真教学应运而生,虚拟仿真实验及智慧教学正在成为高等教育的重要载体。虚拟仿真实验教学打破传统教学时空、资源限制,增强开放性、创新性,提高线下实践效率,为实践应用奠定良好基础;智慧教学为教师、学生提供了多元化教学资源和学习方式,平台数据分析和反馈机制强化教学管理过程,对提升教育教学质量具有重要意义。

本文针对在《植物组织培养技术》课程长期教学中发现的教学重点、难点,结合现代化、网络化教学的时代需求,探索线上、线下教学相结合、实际操作和虚拟仿真实验并用的植物组织培养新教法,为《植物组织培养技术》课程教学改革提供了新思路[3]。虚拟仿真实验教学将理论知识所对应的实验现象实景再现,以直观、生动的方式展示教学内容[4],不仅有助于将重复类似的知识点内容进行精简,而且对于学生的自我效能感、学习动机、自我调节技能等具有深层次的积极影响[5]。因此,作者认为在《植

物组织培养技术》课程教学中聚焦教学实践难点，融合虚拟仿真实验及智慧教学模式，能切实提升教育教学质量，为学生搭建更加优质、广阔的学校与社会连接的“桥梁”。

## 2. 《植物组织培养技术》课程现状

近年来，在《植物组织培养技术》教学实践中，作者发现学生对植物组织培养理论知识的理解和掌握不够、实践训练受到教学资源、平台和时空限制、实验成功率较低、成果转化率低等问题。通过分析发现这些问题的主要原因有：1) 教师对现行的教育发展的认识不够、对课程的理解不深入、对新的教育平台的积极尝试使用缺乏信心；2) 学生学习的积极性、实践能力表现出个体差异，学生主要按照指导教师的实验设计，被动地进行组织培养实验各环节的操作，缺乏实验的自主性，减低了对实验的深入了解；3) 学校配套设施如教学平台、实验设备、实践场地、教学成本不能满足本科学生开展实验创新、创业项目需求，难以提供充足的实验师资、设备、实验器材等条件，即使勉强提供，也可能流于形式，造成少数人动手多数人围观的现象，实验效果难以保证[6]。学生在学校的收获与社会对专业人才创新、应用能力的要求和需求不匹配。因此，《植物组织培养技术》课程需要开展教学改革与探索，促进教师专业成长，提高学生学习效率和成果转化率，培育学生创新能力、实践能力、创业能力，为社会培养更多的适应未来发展的复合型人才。

针对以上问题，引入虚拟仿真实验教学平台，学生可以通过模块选择，自主设计实验方案，虚拟仿真实验具有可重复性，不仅可以概览各实验环节间的联系，而且还可以根据反馈结果，重复实验，与案例实验进行比较，从而在优化设计和操作过程中能够加深对实验的理解，作为线下实物实验中的理想培养条件，达到虚拟与实物实验的有机融合。

### 2.1. 植物生长时间与空间限制

传统植物组织培养实验操作繁琐、实验周期长、对专业技术要求较高，植物组织从开始到再生并达到实验要求的植株移栽量需要半年左右的时间[7]。而现阶段实验课时相对较少，在既定的学时内，学生很难参与到组织培养的完整过程，从而难以理解关键的影响环节。同时，由于植物组织培养的实验条件较为苛刻，在培养过程中，从初代培养阶段启动与脱分化、继代培养阶段再分化与丛生芽苗增殖到诱导生根，都需要维持实验室条件下所必须的温湿度、光照以及无菌环境，费时费力，相比之下，通过虚拟仿真实验，学生不仅可以在很短的时间内完成整个实验操作流程，并且通过虚拟仿真平台，可以有效将理论知识与实践操作相融合。同时，在虚拟仿真实验环境下，能够有效克服植物组织培养的空间与时间限制，学生们的实验学习将不再受实验时间和地点的限制。

### 2.2. 现有教学平台欠缺交互性

现有的《植物组织培养技术》实验教学平台，在实验教学过程欠缺师生之间的交互性[8] [9] [10]。在实验操作中，学生不能根据自己对植物组织培养理论知识的理解和掌握情况[11]，自主设计诱导生长素和细胞分裂素使用浓度、外植体选择和接种方向等关键参数，并且，目前采用的实验平台，学生很难将自主设计的实验结果与标准实验进行对比，只能被动地进行实验操作的问题，严重制约了学生在实验过程中的创新意识和积极性。

### 2.3. 理论教学内容的繁杂与实验脱轨

《植物组织培养技术》涵盖了植物培养的基本原理、操作技术、组培实验室及工厂的设计、器官培养、组织培养、细胞培养等等一系列生命科学的基础学科内容[12]。课程内容多、理论繁琐，其知识点也与其他课程有重叠，因此，在《植物组织培养技术》课程教学中可以精简相关内容，加强前修课程对重

叠知识点的讲解,如果仅依靠 16 课时的理论课向学生灌输如此庞大的理论课内容,势必会加重学生的学习负担和老师的备课压力,也会使重点内容的课时被压缩,直接影响课程的开设效果。同样,如果在理论课学习过程中,学生没有打下良好的理论基础,也将直接影响学生对实验课程的理解。

### 3. 基于虚拟仿真实验的课程改革

#### 3.1. 精简理论教学, 充实实践教学

《植物组织培养技术》是一门强调实践能力的课程,在植物组织培养的过程中实验操作体系庞大,实验细节众多、培育时间长,只有让学生积极参与到实验并亲身体验其过程,才能够更好的吸收该课程的理论知识。

作为生命科学学院一门重要的交叉学科课程,融合了生物学、细胞工程、基因工程、组织培养的原理,如此多的理论知识,仅有 16 课时的理论课程,使得理论课程枯燥乏味且难以理解,在《植物组织培养技术》课程改革实践中,通过实验空间——国家虚拟仿真实验教学课程共享平台[13],可以在课上将重复类似的知识点内容进行精简,通过虚拟仿真实验平台的交互系统提供给学生学习,不仅能有效提高学生自主学习的能力,还能将理论课时内容有效精简,提高理论课时利用率,同时充实实践教学内容。

#### 3.2. 虚拟仿真实验的教学理论基础

虚拟仿真实验在专业教学中主要是指利用计算机或其他多媒体技术模拟真实情境,使学生对专业应用场景或操作情境有直观的理解和认识,从而达到掌握基本原理或锻炼实际操作能力的教学目的,充分体现了直观性教学原则这一理论基础[14]。建构主义理论认为,理想的学习环境包括“情境”“协作”“会话”和“意义建构”四大要素。虚拟仿真实验本质就是为学生创建理想的学习环境。首先,情境的设计是教学过程中的重要内容,而虚拟仿真实验是借助不断发展的计算机技术来模拟专业技术的实际应用,也就是在创造一个情境,帮助学生进行意义建构。其次,在虚拟仿真实验中,我们经常要求学生分组实验,在相互协作的过程中完成实验任务,协作是贯穿整个实验过程并完成实验的基础。第三,会话是协作过程中不可缺少的一部分。小组成员必须通过会话讨论如何完成实验,每个成员的思考结果都会被整个小组共享,这个过程也是相互学习的过程。第四,通过虚拟仿真实验,学生对事物的本质有了深刻的认识和理解,这种理解以图形并茂的形式被长期储存在大脑中,而不是死记硬背老师讲的内容,这也有助于学生完成意义建构[15]。

#### 3.3. 虚拟仿真实验在实验教学中的应用

利用现代虚拟仿真技术,可以再现植物组织培养所必需的实验环境(包括准备间、无菌接种间和光照培养间等)、仪器设备(包括电子天平、微波炉、高压灭菌锅和超净工作台等)以及组培的完整动态过程[11]。在虚拟仿真实验过程中,学生可以根据自身理论知识和查阅相关资料,进行自主设计培养基的配方和激素比例,通过虚拟实验的动态变化,学生可以观察到不同激素组合诱导结果的差异性,从而深刻认识到激素对比对组培再生效率的重要影响,而且根据反馈结果,可以通过反复实验优化设计和操作,筛选出适合的最佳激素组合,作为实物实验中的实验依据,达到虚拟与真实实验教学的有机融合[16]。学生通过自主参与设计方案,开展基础性、高阶性实验项目等具体环节操作,改善被动学习的现状,促进对知识点的理解与创新。

基于虚拟仿真实验平台在《植物组织培养技术》实验教学时,通过线上和线下相结合,以学生为学习主体开展教学实践活动。首先教师通过课前发布教学资源、课堂理论讲授讲解虚拟实验、教学重点难点、安全操作须知、考核流程和课程成绩评定机制等,然后由学生在 PC 登录实验平台进行实际演练。

学生通过实验简介和帮助等模块，了解实验背景、实验原理、目的、基本操作以及操作系统使用方法。根据系统提示，进行相关参数设置和实验操作，实验操作完成以后，系统记录学生的操作过程，生成实验结果统计表，系统导出结果如图所示(见表 1)，利用网络平台的管理功能，对学生的预习效果进行评定，并根据完成情况和效果进行打分，纳入平时成绩，提高学生预习效率。

**Table 1.** Statistical table of experimental results

**表 1.** 实验结果统计表

创建者	唯一标识	实验名称	实验得分	实验总分	实验操作	实验设计	结论与问题
						药用植物细胞组织培养及应用综合设计虚拟仿真实验模块设计正确	
					培养基的配制(实验室) 选择材料(+1) 配制(+1) 搅拌(+1) 装入锥形瓶(+1)	药用植物选取(金线莲)  培养基配制(实验室级) 基本培养基选取: MS、 激素: IBA (mg/L)、 添加物: 椰子汁(%) 高压灭菌(实验室级) 设备选择: 卧式灭菌锅 工作物质: 蒸馏水、 灭菌温度: 121 度、 灭菌时长: 20 分钟	
Mj-467 6670	202331 914443 8mj-46 76670 (考核 模式)	药用植物 细胞组织 培养及应 用综合设 计虚拟仿 真实验	100.0 分 (操作 50.0 + 设计 40.0 + 提交 10)	100 分 (操作 50% + 设计 40% + 提交 10%)	外植体消毒接(实验室) 选择材料(+1) 紫外消毒(+1) 将植物清洗浸泡(+1) 倒入 75% 酒精消毒(+1) 倒入无菌水清洗(+1) 倒入 0.5% 汞消毒需 5 分钟(+1) 倒入无菌水清洗(+1) 取茎段(+1) 接种(+1) 培养(+1) 结果观察(+1)	外植体消毒接种 (实验室级) 取苗: 培养室、 消毒: 75% 酒精 10~30 秒、 外植体部位: 茎尖	无
					试管苗再生及扩繁 选择材料(+1) 接种好的外精体 放入培养室(+1) 监测温度和湿度(+1) 统计植物生长情况(+1)	试管苗再生及扩繁 培养温度 (摄氏度): 20~25、 培养温度: 60%~70%、 培养时长: 3~5 个月	
					试管苗移栽 选择材料(+1) 炼苗(+1) 洗苗(+1) 洗苗完成(+1) 移栽(+1) 移栽完成(+1)	试管苗移栽 炼苗温度(摄氏度): 20~25、 炼苗温度: 60%~70%、 炼苗时长: 15 天	

## 4. 结语

基于虚拟仿真实验的《植物组织培养技术》教学改革围绕“立德树人”总目标,遵循“学生为中心”基本原则,以虚拟仿真实验平台及智慧教学为重要载体,探索“线上”与“线下”有机结合、“教”与“学”深度融合、“理论”与“实践”高度契合、“课前+课中+课后”协同推进的教学模式,全面提升教学改革实效。“国家虚拟仿真实验教学课程共享平台”为教师提供丰富的、多元的教学资源及现代化的教学方式和理念,促进教师专业素养提升;虚拟仿真实验平台提供先进、开放、自主、创新的学习系统,创新实践教学,满足个体差异需求,为创新、创业学生提供孵化项目平台,给学业迷茫的学生提供尝试创新的机会,切实提升实践教学改革质量;同时,线上教学通过对学生学习情况实时跟踪、成果数据分析、及时反馈,实现学生课前导学、课中精讲、课后拓展的高阶教学目标,实现闭环式教学管理,提高教学管理质量;搭建学校与社会桥梁,为社会培养高素质人才。引导学生利用课程收获孵化双创项目、就业方向,注重价值塑造和能力培养,增强学生科研创新能力、实践应用能力、团队合作能力,对培养生命科学领域研究、创新、应用的复合型高素质人才具有重要意义。

当然,该教学改革实践还存在一些不足之处,只有通过持续的教学改革和不断的教学反思加以逐步地克服,使虚拟实验与线下实验相结合的教学模式逐步成熟。随着线上教学的发展进步,虚拟实验教学也将成为未来实验课程的重要组成部分,虚拟仿真实验系统等平台可以解决很多传统教学中的难点问题,为学生提供多样的学习方式和海量的教学资源,可以突破时间与空间的障碍,为生物大类中与《植物组织培养技术》相似的实践性课程提供了良好的教学改革思路,对提高教学质量,培养更多相关领域的应用型人才做出贡献。虚拟仿真实验平台是强调实践课程的教学改革长期努力的方向,也是课程发展的新趋势。本文讨论了《植物组织培养技术》教学现状、瓶颈以及如何将虚拟实验更好地应用于实践教学,为后续的教学改革提供了参考依据。

## 基金项目

石河子大学教育教学改革研究项目:基于虚拟仿真实验及智慧教学模式的《植物组织培养》教学改革与实践(JGY-2022-073)。

## 参考文献

- [1] 冯鑫,刘志洋.“植物组织培养”信息化教学设计说明[J].现代盐化工,2021,48(6):132-133.
- [2] 张红.《植物组织培养技术》课程教学改革与实践[J].安徽农学通报(上半月刊),2009,15(9):228-229.
- [3] 李懿,杨子松,鲜雪梅.植物组织培养课程线上线下结合教学模式初探[J].现代园艺,2020,43(19):221-224.
- [4] 屈代明,徐争光,李玮.虚拟仿真与在线实境技术在通信原理实验教学中的应用[J].实验技术与管理,2020,37(12):205-209.
- [5] 李海琴,薛亮,东婉莹,杨洋.虚拟仿真技术在化学教学论实验教学中的应用[J].大学化学,2022,37(7):264-271.
- [6] 于相丽,陈万光.地方性高师院校植物组织培养应用型课程的构建与实践[J].赤峰学院学报(自然科学版),2011,27(8):234-236.
- [7] 顾黎,周明华.国家虚拟仿真实验教学项目共享服务平台对现代远程教育实验教学的启示[J].成人教育,2022,42(5):47-52.
- [8] 王靓,王舒舒,宋睿.基于知网的我国虚拟仿真实验研究热点和趋势的可视化分析[J].山西能源学院学报,2022,35(2):54-56.
- [9] 刘金库,卢怡,张敏,盛潇潇.科研成果向虚拟仿真实验教学一线转化的模式——以首批国家级虚拟仿真实验教学一流课程建设为例[J].化学教育(中英文),2022,43(10):58-61.
- [10] 许远.能力型课程《植物组织培养技术》教学改革探讨[J].安徽农学通报,2015,21(6):137-139.

- [11] 农春仕, 孟国忠, 尹佟明, 汪贵斌, 张远兰. 植物组培再生虚拟仿真实验的设计与应用[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(6): 5-9.
- [12] 齐凤慧, 宋兴舜, 滕春波. 虚拟仿真技术在生物技术实验教学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2021(1): 129-132.
- [13] 国家虚拟仿真实验教学课程共享平台网址[EB/OL]. <https://www.ilab-x.com/list?sid=220>, 2022-04-01.
- [14] 曾峻. 虚拟仿真实验教学理论基础初探[J]. 教育教学论坛, 2020(29): 391-392.
- [15] 姜坤. 论建构主义理论及其在课堂教学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2012(10): 161-162.
- [16] 许萍, 许增光, 温立峰, 等. 基于虚拟仿真技术的高校实验教学改革与实践[J]. 中国教育信息化, 2023, 29(4): 104-111.