

基于仿真模拟教学的《药用植物育种学》实验课程教学设计与改革

姜伟珍, 杨静*

广东药科大学中药学院, 广东广州

DOI: 10.62836/jer.v4n9.1439

摘要:《药用植物育种学》是中草药栽培与鉴定、中药资源与开发等专业的重要专业基础课, 具有实践性强、育种周期长、季节性明显等特点。针对传统实验教学中存在的学时有限、田间基地不足、育种核心环节难以完整开展, 以及部分实验内容重复、与实际育种过程衔接不紧密等问题, 本文结合课程特点, 引入虚拟仿真技术, 对实验内容、教学方法和考核方式进行改革。通过将受场地、季节和育种周期限制的实验环节引入虚拟仿真, 以新品种选育全过程为主线整合实体实验, 并采用线上线下混合式教学和过程性评价, 构建综合性实验教学体系, 以期突破传统实验教学条件限制, 突出课程育种特色, 提高实验教学质量, 为相关院校课程改革提供参考。

关键词: 药用植物育种学; 仿真模拟; 实验教学; 教学改革

Teaching Design and Reform of the Experimental Course in Medicinal Plant Breeding Based on Simulation

Weizhen Jiang, Jing Yang*

School of Traditional Chinese Medicine, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou, Guangdong

Abstract: Medicinal Plant Breeding is a core professional foundation course for programs such as Chinese Herbal Medicine Cultivation and Identification, and Traditional Chinese Medicine Resource Development. The course is highly practical, while breeding processes are generally time-consuming and strongly influenced by season. Conventional experimental teaching is constrained by limited laboratory hours and the lack of field breeding facilities, making it difficult to fully cover key breeding procedures. In addition, some experimental activities overlap with those of other courses and are not closely connected with actual breeding practice. To address these issues, virtual simulation technology was introduced into the course, and the experimental content, teaching methods, and assessment were revised accordingly. Breeding procedures constrained by field conditions, seasonal availability, and long breeding cycles were incorporated into virtual simulations, while hands-on experiments were reorganized around the process of developing new varieties. A blended online and face-to-face teaching approach and process-based assessment were also adopted to develop a more integrated experimental teaching framework. The reform is expected to overcome some of the practical constraints of conventional experimental teaching, strengthen the breeding focus of the course, and improve the quality of experimental instruction, providing a reference for similar curriculum reforms in institutions with limited field-based teaching facilities.

Keywords: medicinal plant breeding; simulation; experimental teaching; teaching reform

药用植物育种是中药材良种选育和中药资源可持续利用的重要基础[1-3]。随着中药材生产逐步向规范化、规模化方向发展,优良品种的选育对提高药材产量、品质和生产效益的作用日益突出,对相关专业的实践能力和育种素养也提出了更高要求。《药用植物育种学》既承担遗传学和育种学基本理论的教学任务,也承担培养学生育种实践能力的重要职责。实验教学是连接理论知识与育种实践的重要环节,通过实验能够帮助学生理解育种原理,掌握基本操作,并逐步形成育种方案设计和材料选择的基本能力。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》明确提出加强实践教学和实验教学条件建设,提高学生实践能力[4]。因此,加强《药用植物育种学》实验教学,对于提高课程教学质量具有重要意义。

从我校课程实际开设情况来看,实验教学受到多方面条件制约。首先,课程实验学时有限。课程总学时为64学时,其中遗传学内容约7学时,实验教学仅16学时,与同类中医药院校相比相对有限[5,6]。其次,药用植物种类多、生长周期较长,部分育种过程需要跨年度、跨世代开展,对实验场地和材料连续性要求较高[7]。再次,本课程所在校区尚未建成专门的育种试验基地,选择育种、杂交育种、诱变育种以及良种繁育等环节所需的田间观察、材料选择和性状鉴定难以在真实场地开展,实验教学主要依托室内条件完成。受此影响,学生对育种过程的认识较多停留于理论学习和单项实验操作层面,难以形成从材料选择到后代筛选的整体认识。与此同时,部分原有实验内容与《中药生物技术》、《分子生药学》、《药用植物组织培养学》等课程存在交叉,有限学时被部分重复性实验占用,也压缩了体现育种学科特点的教学内容。因此,在现有教学条件下,如何充分利用有限学时,完整呈现育种过程并突出课程特色,是实验教学改革需要解决的主要问题。

近年来,随着现代信息技术的发展,虚拟仿真技术逐渐应用于高等教育实验教学。虚拟仿真技术是利用虚拟现实、三维建模、人机交互和计算机仿真等技术构建虚拟实验环境,使学生能够在数字化

环境中完成实验操作、观察实验现象和分析实验结果的一种实验教学手段[8-10]。与传统实验相比,虚拟仿真具有可重复操作、即时反馈和不受场地、季节及实验周期限制等特点,能够对部分难以在课堂实施的实验环节进行补充,为学生提供更加灵活的实践学习条件[8-11]。近年来,教育部持续推进虚拟仿真实验教学项目和实验教学中心建设,强调现代信息技术与实验教学深度融合,提出“虚实结合、相互补充、能实不虚”的建设理念[8,12]。目前,虚拟仿真已在医学、工学、农学等多个领域得到应用,并逐渐用于解决实验周期长、操作风险高、教学资源有限等问题[9,11,13,14]。

药用植物育种具有周期长、季节性强和田间实践要求高等特点,传统实验教学难以在有限学时内完整呈现从亲本选择、杂交配置到后代选择和品种评价的育种过程。虚拟仿真能够突破实验场地、时间和材料等条件限制,为部分难以在课堂内开展的育种环节提供有效补充。基于此,本文结合我校《药用植物育种学》实验教学实际,在借鉴相关院校实验教学改革经验的基础上[15-18],以药用植物新品种选育为主线,对实验内容、教学方法和考核方式进行系统改革,将虚拟仿真与实体实验有机结合,构建与育种全过程相衔接的实验教学体系,以期实验条件和田间实践条件受限院校的《药用植物育种学》实验教学改革提供参考。

1 《药用植物育种学》实验课的开设情况与存在的问题

《药用植物育种学》是我校中草药栽培与鉴定专业的核心课程,在中药资源与开发专业为专业限选课。原有实验主要依托普通实验室开展,内容包括花粉活力测定、小孢子母细胞减数分裂观察、单倍体诱导、杂交实验及染色体核型分析等。在实际教学过程中,这套实验体系主要存在以下问题。

1.1 场地条件受限,田间育种环节难以呈现

育种实践具有较强的田间属性,亲本评价、后代性状鉴定、优良单株选择、品系比较以及品种评

价等环节均需要一定的试验场地。由于校区目前尚无稳定的育种试验基地,学生难以接触育种材料的连续观察和田间管理过程,实验教学主要局限于室内观察和基础测定。缺乏真实育种场景,使学生难以连续认识从亲本选择、杂交组合到后代筛选和新品种评价的全过程,对育种工作的系统性和实践性缺乏直观认识。

1.2 育种周期较长,难以与有限实验学时相衔接

育种是一项跨年度、跨世代的连续性工作。从亲本选择、杂交组合配置,到后代分离选择、世代推进、品系稳定及新品种评价,通常需要较长时间。本课程实验仅16学时,且集中安排在一个学期内,教学时间与实际育种周期存在明显差异。后代性状分离、优良单株选择和世代加代等需要长期观察才能体现教学价值的环节,在常规实验中难以完整呈现,学生容易只掌握某一阶段的操作,而难以理解育种过程的连续性。

1.3 植物花期和材料条件受限,杂交实验难以稳定开展

杂交育种是植物育种的重要方法,也是本课程实验教学的重要内容。杂交实验对亲本材料、开花时期及花器官发育状态具有较高要求,需要在适宜花期完成去雄、授粉、套袋和标记等操作。然而,药用植物种类较多,不同植物的花期存在差异,部分材料的适宜授粉时期较短,且实际花期还会受到温度、光照和栽培条件等因素影响。当植物花期与课程安排不一致,或出现花量不足、材料质量不佳等情况时,杂交实验便难以按照教学计划正常开展。由此,学生对杂交育种全过程的认识容易停留在理论和局部操作层面。

1.4 部分实验内容与相关课程重复,育种特色不够突出

现有实验中,部分内容与其他专业课程存在较高重复。例如,分子标记检测、PCR扩增等内容与《中药生物技术》、《分子生药学》等课程具有较

强的相似性;组织培养相关实验与《药用植物组织培养学》也存在一定交叉。相同或相近的实验操作在不同课程中重复开展,不仅占用有限的实验学时和教学资源,也压缩了育种方案设计、材料选择和性状鉴定等具有课程特色的教学内容。学生虽然能够反复掌握部分实验技能,但对育种材料创制和优良材料筛选等核心内容接触不足,课程特色未能充分体现。

1.5 实验项目相对独立,与实际育种过程衔接不足

原有实验主要包括花粉活力测定、小孢子母细胞减数分裂观察、单倍体诱导、染色体核型分析等,部分实验侧重于理论验证和单项技能训练,项目之间联系较弱,与育种目标制定、亲本评价、育种方法选择和材料筛选等实际工作衔接不足。例如,学生能够完成花粉活力染色,却不一定理解花粉活力评价对亲本选择和杂交效果判断的意义;观察减数分裂过程中染色体行为,也不一定能够将其与配子育性和杂交障碍联系起来。实验内容与育种实践之间的脱节,使学生容易形成“完成实验即可”的学习方式,不利于育种思维和综合分析能力的培养。

综上所述,现有实验教学主要存在田间实践条件不足、育种周期与实验学时不匹配、实验材料受季节限制、部分内容与相关课程重复以及实验与育种实践衔接不足等问题。基于此,本课程以虚拟仿真为支撑,对实验内容、教学方法和考核方式进行重新设计,以新品种选育全过程为主线整合实验项目,使虚拟仿真和实体实验各自承担相应教学功能。

2 以虚拟仿真为支撑的实验教学改革

针对上述问题,本课程从实验内容、教学方法和考核方式三个方面对原有实验体系进行重新设计。改革以药用植物新品种选育过程为主线,将难以在常规条件下完成的育种环节进行虚拟化重构,同时重新定位保留的实体实验,使不同实验项目与实际育种过程建立联系。

2.1 实验内容的重新设计

(1) 将受条件限制的育种环节引入虚拟仿真

针对杂交实验受花期限制、田间育种环节难以开展以及育种周期较长等问题，将部分实验内容设计为虚拟仿真实验。一是开展杂交育种全过程仿真。围绕亲本选择、杂交组合配置、去雄、人工授粉、套袋、种子收获以及后代性状观察和优良单株选择等环节，对杂交育种过程进行连续模拟。学生可根据亲本的不同性状特征自主配置杂交组合，并通过观察后代性状分离情况分析不同组合的育种效果，在此基础上进行优良单株选择，使原本受花期和材料限制的杂交过程能够在课堂内连续呈现。二是开展诱变育种与倍性诱导仿真。学生根据实验目的设置诱变剂种类、处理浓度和处理时间等参数，对不同处理方案进行比较，并结合材料性状和倍性信息进行筛选。利用虚拟实验的可重复性，将传统实验中周期较长、结果不易在课堂内完整呈现的材料处理和筛选过程进行模拟，使学生了解诱变处理、材料筛选和倍性鉴定之间的关系。三是开展育种基地与种质资源圃虚拟漫游。利用三维仿真技术构建育种试验田、种质资源圃和品种比较试验小区等场景，将种质资源保存、田间试验布置、材料观察和性状调查等内容纳入虚拟环境。学生能够通过虚拟漫游了解不同育种区域的基本功能和 workflows，在缺乏实体育种基地的条件下，对田间育种实践形成较为直观的认识。该内容主要用于弥补现实条件不足，而非替代真实田间实践。

(2) 以新品种选育过程为主线整合实验项目

针对原有实验项目相对独立的问题，本课程以“选育一个药用植物新品种”为主线重新组织实验内容，使不同实验环节分别服务于亲本评价、材料创制、后代筛选和材料鉴定等育种任务。在此基础上，新增选择育种与世代推进虚拟仿真实验，利用虚拟加代方式模拟不同世代材料的连续选择，使学生能够在较短时间内观察不同选择强度、遗传力和群体规模等因素对选择效果的影响，直观理解世代推进和连续选择在新品种选育中的作用，从而缓解育种周期与课程学时之间的矛盾。同时，对保

留的细胞学和遗传学基础实验进行重新定位。花粉活力测定与亲本育性评价相结合，为杂交亲本选择提供依据；减数分裂观察与配子形成、育性及杂交障碍相联系，帮助学生理解染色体行为与育性之间的关系；染色体核型分析则与多倍体育种、种质鉴定及诱导材料倍性分析相结合，并与虚拟仿真中的材料筛选环节进行衔接。通过这种重新定位，原本相对独立的验证性实验被纳入育种过程之中。经过重新组织，各实验分别承担亲本评价、育种方法选择、材料创制、后代筛选和材料鉴定等功能，减少与相关课程重复的实验内容，使有限学时更多用于体现药用植物育种特色的实践训练。

2.2 教学方法的调整

实验内容的重新设计也改变了传统以教师演示和学生按步骤操作为主的教学方式。结合虚拟仿真具有可重复操作、即时反馈和自主学习等特点，本课程采用线上线下相结合的混合式教学。课前由学生完成虚拟仿真实验、资料查阅和初步方案设计，熟悉实验原理和基本流程；课堂重点开展专题讨论（Seminar）和基于问题的学习（Problem-Based Learning, PBL），围绕杂交组合、诱变参数和后代选择方案等进行汇报、讨论和方案优化。在教学过程中，教师由传统实验教学中的操作示范者转变为学习活动的组织者和指导者，重点引导学生分析实验现象、解释实验结果并论证育种方案。学生则由按照实验指导书完成固定步骤，逐步转向根据育种目标自主设计方案，并通过虚拟仿真比较不同处理和选择策略。利用虚拟实验可重复操作的特点，学生能够根据实验结果调整原有方案，在实践中加深对育种原理和育种决策的理解。由此，有限课堂时间则更多用于分析“为什么这样选择”“不同方案有什么差异”以及“实验结果如何服务于育种决策”等问题，从而加强理论知识、实验操作和育种实践之间的联系。

2.3 考核方式的改革

针对原有考核主要依赖实验报告、难以全面反映学生学习过程的问题，本课程建立过程性评价

与终结性评价相结合的考核体系,将评价重点由单一实验结果拓展到实验过程和育种决策。过程性评价主要考查实验准备、仿真操作、参数设置、过程记录、数据分析、方案设计和课堂参与等;终结性评价通过实验报告、综合方案设计和方案汇报,评价学生运用育种理论分析问题和设计育种方案的能力。同时,在小组任务中引入学生自评和组内互评,对资料查阅、实验操作、数据分析和方案汇报等方面的实际参与情况进行评价。通过调整考核内容,引导学生关注实验设计和问题分析过程,而不仅仅追求预设实验结果,使考核方式与实验教学目标更加一致。

3 改革的预期效果

3.1 育种核心内容得到较为完整的呈现,实验教学连续性有所增强

虚拟仿真的引入使原本受场地、季节和育种周期限制的部分内容能够在课堂教学中得到呈现。通过杂交育种、诱变育种、倍性诱导和世代推进等仿真实验,学生能够接触亲本选择、杂交组合配置、材料处理、后代筛选和世代选择等不同环节;通过育种基地、种质资源圃和品种比较试验等虚拟场景,还能够了解田间试验的基本流程和育种材料评价方法。在缺乏实体育种基地的条件下,虚拟仿真拓展了实验教学的时间和空间,使原本相对分散的实验内容能够按照育种过程进行组织,实验教学由单项技能训练逐步向围绕育种全过程的综合性训练转变。

3.2 实验内容的育种特色进一步突出,学生综合实践能力得到锻炼

实验内容重新组织后,各实验项目不再局限于理论验证和单项技能训练,而是围绕药用植物新品种选育过程发挥相应作用。花粉活力测定、减数分裂观察和染色体核型分析分别与亲本育性评价、配子形成及育种材料倍性鉴定等环节相联系,使基础实验与实际育种问题之间建立了较为明确的联系。同时,减少与相关课程重复的实验内容,将有限学时更多用于育种方案设计、材料选择和结果分

析,进一步突出课程特色。教学方式调整后,学生由按照实验指导完成固定操作,逐步转向根据育种目标设计方案,并通过虚拟仿真比较不同处理和选择策略。在文献查阅、方案设计、实验操作、数据分析和课堂交流等环节中,学生需要说明方案设计依据,并根据实验结果对方案进行调整。实验教学由“完成实验”进一步转向“利用实验解决育种问题”,有助于培养学生的实验设计、分析判断和综合应用能力,也为后续科研训练和毕业论文研究提供一定支持。

4 结语

《药用植物育种学》具有较强的实践性,但受育种周期、植物季节性、田间试验条件及实验学时等因素限制,传统实验教学难以完整呈现育种过程,也限制了实验教学在育种实践能力培养中的作用。针对上述问题,本课程以虚拟仿真为支撑,对实验内容、教学方法和考核方式进行重新设计,以药用植物新品种选育过程为主线,将受场地、季节和育种周期限制的实验环节进行虚拟化呈现,并重新定位保留的实体实验,使不同实验项目与具体育种环节建立联系。改革增强了实验教学的连续性和育种特色,也使有限实验学时得到更加合理的利用。

虚拟仿真主要用于弥补传统实验教学在场地、时间和材料等方面的不足,并不能替代真实实验和田间实践。对于能够在真实条件下开展的实验,应充分发挥实体实验在操作训练和实践体验方面的作用;对于受场地、季节和周期限制而难以在课堂完成的内容,则可借助虚拟仿真进行补充,实现“虚实结合、相互补充”。随着校区育种基地及相关实验条件逐步完善,本课程还可进一步将虚拟仿真与田间杂交、后代选择和品种比较等实践环节相结合,逐步形成“理论学习—虚拟仿真—实体实验—田间实践”相衔接的实验教学模式,为中医药院校《药用植物育种学》实验教学改革提供参考。

参考文献

[1]魏建和,杨成民,隋春,等.中药材新品种选育研究现状、特

- 点及策略探讨[J].中国现代中药,2011,13(9):3-8.
- [2]袁媛,黄璐琦.论基于基因组学的中药材定向培育策略与展望[J].科学通报,2024,69(Z1):499-509.
- [3]曹玲,郭自贤,杜秋君,等.中药材育种问题的探讨[J/OL].现代中药研究与实践,2026,1-9.
- [4]中共中央,国务院.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)[Z].2010.
- [5]韩晓伟,吴兰芳,严玉平,等.《药用植物遗传育种学》实验课程教学设计与改革[J].教育教学论坛,2016(5):203-204.
- [6]张文龙,刘丽萍,胡剑波,等.“药用植物遗传育种学”教学中增加“品种试验”教学改革实践初探[J].科教文汇(下旬刊),2019(15):102-103.
- [7]任跃英.药用植物遗传育种学[M].北京:中国中医药出版社,2010.
- [8]教育部.关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知:教高函〔2013〕94号[EB/OL].2013. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201308/t20130821_156121.html.
- [9]王娟,陈瑶.资源建设新形态:虚拟仿真资源的内涵与设计框架[J].中国电化教育,2016(12):91-96.
- [10]董桂伟,赵国群,王桂龙.我国虚拟仿真实验教学的发展趋势研究—基于近十年中国知网文献的知识图谱分析[J].中国大学教学,2021(7):85-92,96.
- [11]马留辉,覃清霞,梁碧云,等.虚拟仿真技术在“药用植物栽培技术”教学中的探索与应用[J].南方农机,2026,57(13):186-189.
- [12]教育部.关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知:教高函〔2018〕5号[EB/OL].2018-05-30. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201806/t20180607_338713.html.
- [13]张慧琴,李中凯.近十年我国高校虚拟仿真实验教学研究发展述评[J].实验室研究与探索,2024,43(8):77-82,137.
- [14]李玉祥,马新霞,蒋桂英,等.虚拟仿真技术在农学教育中的应用挑战与对策[J].科技与创新,2025,(13):186-189.
- [15]王建华,孙文怡,吴莹,等.基于实践能力提升的药用植物遗传育种学实验教学改革[J].中国中医药现代远程教育,2024,22(19):36-39.
- [16]廖维华,郭新宇,温维亮,等.作物栽培虚拟仿真实验教学系统的设计与实现[J].实验技术与管理,2016,33(11):150-152.
- [17]张琨,张悦,韩志平,等.新农科背景下虚实结合的设施作物栽培学实验教学改革与实践[J].安徽农业科学,2025,53(12):271-274.
- [18]刘睿,焦新怡,刘岩,等.虚拟仿真技术在中药制药实验教学中的应用研究[J].教育教学论坛,2020,(27):389-390.

