

附件 1

## 省级虚拟仿真实验教学中心

### 申 请 书

作物科学虚拟仿真实验教学中心

教育主管部门： 四川省教育厅

学 校 名 称： 四川农业大学

学校管理部门电话： 028-86293029

开放共享访问网址： <https://zwxnfnz.sicau.edu.cn>

申 报 日 期： 2021 年 01 月 06 日

四川省教育厅 制

## 填 写 说 明

1. 申请书中各项内容用“小四”号仿宋体填写。
2. 表格空间不足的，可以扩展。

## 1. 基本情况

虚拟仿真实验教学中心名称	作物科学虚拟仿真实验教学中心		
实验教学示范中心名称 / 级别 (省级或国家级)	作物科学实验教学示范中心 / 国家级	批准时间	2016 年
<p><b>1.1 虚拟仿真实验教学中心的发展历程、建设概况</b></p> <p>四川农业大学是一所以生物科技为特色，农业科技为优势，多学科协调发展的国家“211 工程”重点建设大学和国家“双一流”建设高校，也是教育部本科教学工作水平评估优秀高校。学校办学历史悠久、资源丰富，学科门类齐全、特色鲜明，涵盖农学、理学、工学、经济学、管理学、医学、文学、教育学、法学、艺术学 10 大学科门类，是全省首批人才优先发展试验区 2 所试点高校之一。</p> <p>作物科学国家实验教学示范中心是作物学科、植物保护学科、园艺学科、生物学科等人才培养的实验教学基地和创新实践基地，设立了 1 个国家级创新实验公共平台，1 个种质资源库，1 个病虫害标本室，3 个综合研究实验室和 9 个教学实验室等多学科、多功能、多层次、开放型的综合性实验室。各实验室设施完备，配套齐全，实验室总面积约 14890 平方米，实验仪器设备累计投资达 4328 万元，承担各类实验课程 30 余门，年均完成实验教学任务 20 万余人时。示范中心不断深化传统实验教学改革，探索创新性实验教学模式，凝练优质实验教学资源，加强学科专业交叉融合，主编或副主编《农学实验教程》、《遗传学实验教程》、《园艺植物保护学实验实习指导》、《农业植物病理学实验实习指导》、《药用植物栽培学实验实习指导》、《中药鉴定学实验》等教材，发表实验技术或方法教改论文 32 篇，授权实验技术相关专利 50 余个，获国家级教学成果二等奖 1 项，四川省教学成果一等奖 3 项、二等奖 3 项，国家级农学一流专业建设点 1 个，省级一流专业建设点 3 个，教育部新农科教学改革项目 1 项。</p> <p>作物科学虚拟仿真实验教学中心挂靠四川农业大学作物科学国家级实验教学示范中心。示范中心依托的作物学科是四川农业大学的优势学科，国家“双一流”建设学科，主持获国家技术发明一等奖 2 项、二等奖 2 项，国家自然科学基金二等奖 1 项，国家科技进步二等奖 4 项，拥有西南作物基因资源发掘与利用国家重点实验室（筹）、西南作物生理生态与耕作重点实验室、四川省作物带状复合种植工程技术研究中心等实验室（中心）。强大的师资力量、先进的仪器设备和丰硕的研究成果为虚拟仿真实验教学提供了最强有力的支撑。</p>			

在植物生产类人才培养的实验实践教学过程中，我们发现学生仅仅依靠课程理论学习、课程验证性实验、课程参观实践等无法真正掌握大田作物生产的整个过程、无法真正理解设施作物系统的实施与应用、无法实际操作高标准实验与设备等内容，且这些实验过程环节多，周期长、难度大、成本高、安全性要求强，无法在短时间内掌握和完成。为此，从 2010 开始，根据“能实不虚、虚实结合”的原则，由学校统一组织、课程团队实施的一系列虚拟仿真实验陆续开展构建。

2014 年，植物生产学、设施作物栽培学、设施农业工程环境学等课程教学团队针对设施农业类型多样、建造程序复杂、建造成本高及建造时间跨度大等因素导致仅能单项施工工程进行练习，无法让学生全面掌握相关设施设计与建造及智能化管理相关知识和能力等教学问题，课程团队联合攻坚，通过三维仿真技术，构建日光温室、大型连栋温室设计、建造及智能化管控作物生产的真实场景，构建了“设施植物生产系统设计建造与智能化虚拟仿真实验”，让学生切身体验设施植物生产系统设计、建造及智能化管理，掌握各环控装备的构造及工作原理。**2020 年，该虚拟仿真实验获批国家级虚拟仿真实验项目。**

2015 年，作物栽培学、作物生产机械化、农学概论等课程教学团队，依托四川农业大学杨文钰教授“玉米大豆带状复合种植理论与技术”科研团队的成果（玉米大豆带状复合种植体系创建与应用，四川省科技进步一等奖），开发了小麦、玉米、大豆等作物从土壤耕作、种子处理、农机调试、机械化播种收获、中期管理、产量测定等周年生产的虚拟仿真过程，形成“间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验”，使学生将零碎的、单一的理论知识点通过虚拟仿真内容的创新和优化，形成“点、线、面”的思路，虚实结合，全面掌握作物周年生产理论与技术。**2019 年，该虚拟仿真实验获批四川省虚拟仿真实验项目。**

2016~2017 年，作物遗传育种、植物保护、植物生理、遗传学等课程教学团队根据教学过程中学生仪器实际操作复杂、试剂危险性极高、实施过程周期长等问题，构建了作物病虫害识别与防控、作物开花障碍调控、第一代 DNA 测序等虚拟仿真实验等，实验效果深受同学们欢迎，并获批校级虚拟仿真实验项目。

2018 年，按照“虚实结合、集中管理、资源共享”原则，将原有分散在相关课程中的虚拟仿真实验进行整合与优化，成立四川农业大学作物科学虚拟仿真实验教学中心。中心以“学科引领教学、科研转化教学、资源开放共享”为建设理念，按照“虚实结合、相互补充”的建设原则，坚持科技创新与人才培养相促进，科研成果转化实验教学，构建了“设施植物生产系统与应用虚拟仿真实验平台”、“作物周年栽培管理虚拟仿真实验平台”、“作物种质成花发育调控虚拟仿真实验平台”、“作物病虫害防控虚拟仿真实验平台”以及“作物生理与生物技术虚拟仿真平台”，

且虚拟仿真平台内容陆续建设和增加，涵盖作物学、植物保护学、园艺学、生物学等学科相关专业实验教学内容。

作物科学虚拟仿真实验教学中心以培养高素质、创新型人才为目标，适应新农科人才培养要求，形成了实体实验平台、虚拟实验平台和智慧农业实验平台为框架的基础课程实验、专业课程实验、创新研究实验、虚拟仿真实验的多层次、系统化实验教学体系（图1），支撑“通识性课程+专业性课程+技能提升性课程”的课程教学体系，实现“虚实结合”的实验教学中心构架。

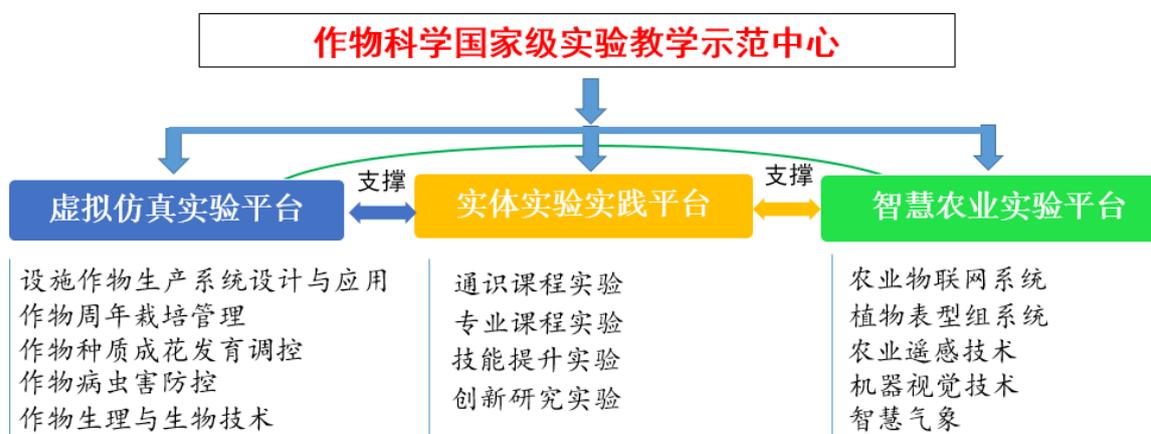


图1 基于虚实结合的实验教学示范中心框架

作物科学虚拟仿真实验教学中心（图2）依托于作物科学国家级实验教学示范中心，在原有管理体制和规章制度的基础上，成立了虚拟技术和平台管理办公室，负责中心所有虚拟仿真设备的安全运行和实验中心的安全管理，提供在线学习、实验操作、报告提交、实验测试及仿真环境的计算机网络平台。

目前，虚拟仿真实验教学中心针对课程建设目标和实验室建设目标，结合科研成果转化实验教学，建成了一支由高校和企业组成的高水平、高学历和年轻化的师资队伍31人。学校已向虚拟仿真实验中心投入200万元，构建了具有独立的网络服务器、视频播放系统、虚拟测量设备等。

下一步将围绕新农科、新工科建设要求，强化学科交叉融合，以植物生产类人才培养目标和内容为基础，建设具有学科共性和区域特色的虚拟仿真实验中心，建设内容主要包括：（1）加强校企合作，完善优化现有虚拟仿真课程建设，联合扩建学科交叉、前沿性虚拟仿真实验项目；（2）完善现有虚拟仿真平台，并进一步提档升级；（3）优化在线实验课程内容和平台管理，加强校内、校外资源共享。



图2 作物科学虚拟仿真实验教学中心基本构架

## 1.2 虚拟仿真实验教学中心建设必要性

随着生命科学和信息技术的快速发展，传统的实体实验实践教学环节、内容以及环境条件很难满足学生对新技术、新方法的掌握。在教学过程中，课程教师团队不断探索提升实验教学有效的方式、引导培养学生创新意识的可行方案，随着虚拟仿真实验的出现，有效解决了植物生产类专业相关实验实践环节多，周期长、难度大、成本高、安全性要求强等无法开展的问题，而作物科学虚拟仿真实验教学中心是作物、园艺、植物保护等学科与信息技术深度融合的产物，是植物生产类专业实验教学发展的方向。

**(1) 管理集中，资源共享。**植物生产类虚拟仿真实验主要依托于相关课程团队建设，管理分散、更新速度慢，共享有限，极大的限制了虚拟仿真实验在相近课程、专业和学科的使用，优势不突出。虚拟仿真实验教学中心的建设能够将原有分散在相关课程中的虚拟仿真实验进行整合与优化，统一管理、统一建设，使过去仅仅用于某一课程的虚拟仿真实验扩展到不同课程、不同专业、不同学科，且虚拟仿真实验相关内容陆续建设和增加，涵盖作物学、植物保护学、园艺学、生物学等学科相关专业实验教学内容，资源共享显著提高。

**(2) 学科交叉，突出前沿。**学科交叉融合是现代科学发展的鲜明特征，科学前沿的重大突破和原创性成果的产生往往是多学科交叉融合的结果。虚拟仿真实验主要来源于课程中无法通过实体实验展示的相关内容，对同学们深入理解课程内容，提升课程兴趣具有重要的意义。随着新农科、新工科的建设，仅仅开展课程相关虚拟仿真，在深度和广度上存在局限性，通过虚拟仿真实验中心的建设，能够融合相关学科，结合植物生产类专业培养目标，瞄准前沿，精心设计，拓展虚拟仿真实验的内容，让学生了解前沿技术和方法，提升学生的实践和创新能力。

**(3) 科教融合，互为支撑。**科研和教学相融合是现代大学的本质特征。科研成果转化为课程教学资源，能够培养学生的创新思维和创新能力。虚拟仿真实验教学中心的建设能够综合协调学科内和学科间资源，通过将高、精、尖、实的科研成果（方法、技术）转化为相应的虚拟仿真实验，从问题出发，引导学生自主探究和体验知识的发生过程，激发学生的创新实践能力。反过来，虚拟仿真实验在学科内和学科间，校内和校外的使用和共享能够提升科研成果的推广和应用。

基于以上原因，四川农业大学作物科学虚拟仿真实验教学中心依托国家级作物科学实验教学示范中心，在近几年的建设中，努力整合资源，投入较为充足的人力物力，通过内部培训，赴国内外高水平学校进修、学习，提高教师队伍应用计算机开展虚拟仿真教学的能力，统一思想着力，不断创新，既要做好常规的实验教学，又要在教学中引入新技术、拓展新内容，利用虚拟仿真技术提高教学质量和人才培养水平。

### 1.3 虚拟仿真实验教学中心特色与创新

本中心在建设过程中除了用虚拟仿真实验补足植物生产类相关专业课程实验（实践）涉及周期长、成本高、消耗大、环境高危，操作不可逆等情况外，具有以下特色与创新。

**（1）立足学科优势，构建了首个西南区作物科学类虚拟仿真实验教学中心。**西南是我国作物重要产区，尤其四川是我国西南的粮食主产区，在全国具有举足轻重的地位。虚拟仿真实验教学中心依托的作物学科是国家“双一流”建设学科，获国家技术发明一等奖2项、二等奖2项，国家自然科学二等奖1项，国家科技进步二等奖4项，拥有西南作物基因资源发掘与利用国家重点实验室（筹）、西南作物生理生态与耕作重点实验室、四川省作物带状复合种植工程技术研究中心等实验室（中心）。学科强大的师资力量、先进的仪器设备和丰硕的研究成果为虚拟仿真实验教学提供了最强有力的支撑。

**（2）项目资源整合，拓展了虚拟仿真实验教学内容的广度和深度。**以国家级虚拟仿真项目“设施植物生产系统设计建造与智能化虚拟仿真实验”和省级虚拟仿真项目“间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验”为基础，整合国家级、省级、校级虚拟仿真项目，统一管理、统一建设。在广度上，虚拟仿真实验教学资源以作物学为核心，辐射到园艺学、植物保护学以及生物学等相关学科内容；在深度上，从宏观的作物周年生产的关键环节要素、设施作物系统的设计与应用、作物病虫害的识别与防控到微观的作物种质成花发育调控、第一代DNA测序等。弥补了实体实验（实践）无法开展的不足，系统支撑了“通识性课程+专业性课程+技能提升性课程”的课程教学体系。

**（3）科研转化教学，提升了虚拟仿真实验教学的前沿性和实用性。**按照虚拟仿真实验教学中心建设的“虚实结合、相互补充、能实不虚”原则，除围绕课程教学体系设计创新虚拟仿真实验内容达到教学大纲所要求的教学效果外，充分利用西南作物基因资源发掘与利用国家重点实验室（筹）、西南作物生理生态与耕作重点实验室、四川省作物带状复合种植工程技术研究中心等实验室（中心）已有的成果，将科研成果转化为虚拟仿真教学内容，拓展教学资源。例如，杨文钰教授科研团队近20年的科研成果“玉米大豆带状复合种植体系创建与应用”转化为教学内容，虚拟仿真清楚地将作物栽培学、生态学、植物生理学、作物生产机械化等相关基本知识和前沿知识内容融入其中，解决了由于作物生产周期长、跨度大、操作复杂等问题，学生能够系统理解多课程知识点和掌握作物周年生产过程，对植物生产类人才培养具有重要意义；王西瑶教授科研团队的“四川及周边特困山区马铃薯产业发展关键技术创新与推广”成果，通过三维仿真技术模拟我国西南五省典型生态区的温光条件，通过视频引导和仿真操作，揭示杂交育种中马铃薯、黑麦、甘薯等开花困难的机理机制，使学生在较短的时间内掌握作物的成花调控理论与技术。通过科研

反哺教学，科研成果转化为教学资源，有效的提升了虚拟仿真实验教学的前沿性和实用性。

**(4) 平台优化建设，建成了教学各环节紧密结合的管理与共享的交互性平台。**虚拟仿真中心始终坚持以实用、友好为导向，充分发挥信息技术在知识传播途径中的优势，保障虚拟仿真实验教学资源的高效运行，并根据实验教学各环节的实际需要，以及不同专业与学科服务对象的需求，构建并完善了功能强大、体系完备的信息化管理与共享平台。平台实现了虚拟仿真实验教学时空范围上的全覆盖，学生不但能够应用计算机、平板电脑、智能手机等在办公室、实验室和学生宿舍在线开展虚拟仿真学习，还能够在无线网络覆盖的校园内外开展在线学习与交流，形成线上、线下混合式的师生交互平台。

**(5) 交流合作共享，提高了虚拟仿真实验教学中心的影响力和资源利用率。**虚拟仿真实验教学中心的建设内容涵盖了作物学、植物保护学、园艺学、生物学等学科涉及的植物生产类相关专业，不仅满足校内学生进行课程学习，而且对校外企事业单位资源共享，为农技人员和植物生产类专业爱好者都提供了易学、易懂、易掌握的学习的平台。目前，平台校内外访问量已超过2万人次，大大提高了教育的收益面。中心自建设以来加强与中国农业科学院、西南大学、贵州大学、西昌学院等单位合作共享，本平台在兄弟院校中得到了广泛的应用，并得到了大家的一致认可。

## 2. 虚拟仿真实验教学资源

2.1 实验 教学 情况	实验课程数	面向专业数	实验学生人数/ 年	实验人时数/年
	30	20	近 2000	20 万

### 2.2 虚拟仿真实验教学资源（罗列实验项目、功能及效果，提供不少于三个典型实验项目的具体实验流程）

#### 2.2.1 中心提供的虚拟仿真实验项目及功能

四川农业大学作物科学虚拟仿真实验教学中心通过开发和建设，现可提供植物生产类专业开展虚拟仿真实验教学资源共计 5 个平台，实验内容 20 项。

##### （1）设施植物生产系统设计与应用虚拟仿真实验平台

该模块旨在解决由于设施类型多样、建造程序复杂、建造成本高及建造时间跨度大等限制因素，造成在实际实验教学中往往只能针对某一单项施工工程进行练习，无法让学生全面掌握相关设施设计与建造及智能化管理相关知识和能力的问题。为提升课程学习效果、缩减实践时间、节约实践成本，中心围绕设施植物生产系统设计和智能化控制，开发了 3 项虚拟仿真实验项目，获评国家级虚拟仿真实验教学项目。

表 1 设施植物生产系统设计与应用虚拟仿真实验教学内容

编号	实验名称	功能
1	日光温室构建与智能化实验	根据南方、北方区域差异，可使学生切身体验日光温室系统设计与构造原理以及注意事项。
2	大型连栋温室构建与智能化实验	依据设施作物的规模化生产，学生虚拟操作大型连栋温室构建的基本组成、实施过程和基本原理。
3	设施作物智能化管控实验	学生通过虚拟仿真实施智能化管理的整个过程，掌握各环控装备的构造及工作原理。
4	VR/AR 交互下设施植物生产系统全智能化实验	建设中

## (2) 作物周年栽培管理虚拟仿真实验平台

该模块旨在解决由于作物类型多、种植制度多样、关键技术关节多、生长周期长、农机农艺操作难度大、安全性要求高等因素限制，造成无法在课程进行中系统开展实验实践等问题。中心围绕不同作物周年生长栽培，开发了4项虚拟仿真实验项目，获评四川省虚拟仿真实验教学项目。

表2 作物周年生产管理虚拟仿真实验教学内容

编号	实验名称	功能
1	间套作系统周年栽培管理实验	通过实验使学生掌握间套作复合种植系统周年栽培中不同作物播种、管理、收获等关键技术及资源高效利用机理。
2	小麦机械化生产与管理实验	从小麦播种的时间、种子的处理、播种机的调试与选择、中期管理到机械化收获等全生产过程的虚拟仿真，让学生掌握小麦生产的关键环节和管理。
3	玉米机械化生产与管理实验	通过虚拟仿真实验，让学生掌握玉米全程机械化操作过程以及产量测定。
4	大豆机械化生产与管理实验	大豆机械化虚拟仿真实验，学生能够掌握播种量计算、播种机的调试、中期的调控以及后期的收获等全过程。
5	水稻机械化生产与管理实验	建设中

## (3) 作物种质成花发育调控虚拟仿真实验平台

该平台通过三维仿真技术模拟我国西南五省典型生态区的温光条件，通过视频引导和仿真操作，揭示杂交育种中水稻、小麦、玉米、马铃薯等作物花芽分化、开花限制、穗发育等的调控机制，使学生在较短的时间内掌握作物的成花调控理论与技术，建设了4项虚拟仿真实验项目。

表3 作物种质成花发育调控虚拟仿真实验教学内容

编号	实验名称	功能
1	成花障碍作物种质催花技术虚拟仿真实验	通过引导和仿真操作，揭示低温、高海拔条件下杂交育种中马铃薯开花困难的机理机制，使学生在较短的时间内掌握成花调控理论与技术。
2	水稻成花发育调控实验	建设中
3	小麦成花发育调控实验	建设中
4	玉米成花发育调控实验	建设中

#### (4) 植物病虫害防控虚拟仿真实验平台

该平台旨在解决作物病虫害种类多、为害症状差异大、涉及作物生育期多样、防治适期要求高、防治技术多样等因素限制，无法在短时间内系统开展针对多种作物病虫害防控实验实践等问题。中心围绕不同作物病虫害防控，开发了 4 项虚拟仿真实验项目。

表 4 植物病虫害防控虚拟仿真实验教学内容

编号	实验名称	功能
1	玉米病虫害综合防控	玉米全生育期病虫害形态识别、为害症状和综合防控技术。
2	小麦病虫害综合防治	小麦全生育期病虫害形态识别、为害症状和综合防控技术。
3	水稻病虫害综合防控	水稻全生育期病虫害形态识别、为害症状和综合防控技术。
4	昆虫发育起点及有效积温测定	建设中

#### (5) 作物生理及生物技术平台

该平台旨在解决作物生理、生物技术等课程中涉及的通用性原理、仪器设备昂贵、操作难度大、操作复杂的第一代 DNA 测序，Western Blot 技术等实验过程，通过虚拟仿真让同学们掌握这些技术的过程和原理，建设了 3 项虚拟仿真实验项目。

表 5 作物生理及生物技术平台虚拟仿真实验教学内容

编号	实验名称	功能
1	第一代 DNA 测序实验	基本建成。学生通过虚拟仿真实验掌握双脱氧 DNA 合成终止的原理，BigDye 试剂标记四种双脱氧碱基，产生长短不一的 DNA 片段，电泳分离检测荧光信号，通过探测器读取不同荧光信号，识别不同碱基，从而清楚测序的相关步骤、方法和原理。
2	Western Blot 实验	建设中
3	作物光合荧光分析测定实验	建设中

## 2.2.2 典型虚拟仿真实验项目

### (1) 设施植物生产系统设计建造与智能化虚拟仿真实验（国家级虚拟仿真实验项目）

#### ① 实验简介

本实验项目主要面向农学、设施农业科学与技术、园艺、植物科学与技术、农业资源与环境等专业的本科生；涉及的专业课程包括设施农业环境工程学、作物栽培学、植物生产学等课程。同时也可作为园艺、作物栽培等专业的研究生相关知识学习使用。

本实验项目以“植物生产系统设计建造与智能化控制”实验环节和实际生产中温室建造与环境调控需求为背景，基于三维仿真技术，真实还原日光温室及连栋温室的设计与建造全过程，并根据典型生产季节模拟温室智能化控制基本原理和运行操作，构建了“日光温室安装实验”、“连栋温室安装实验”和“连栋温室智能化控制实验”三大实验教学模块，在整个场景和情境中进行交互性操作 45 步。让学生切身体验设施植物生产系统设计建造的流程，及智能化管理的整个过程，了解各环控装备的构造及工作原理，达到巩固学生基础理论知识，培养学生实际操作能力、分析解决问题能力、研究设计能力和创新能力的目的。

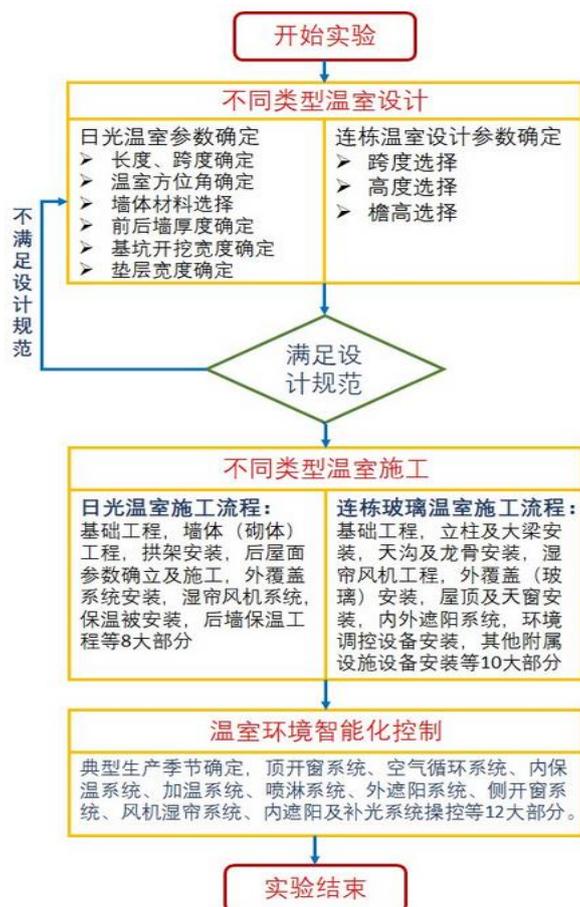


图 3 设施植物生产系统设计建造与智能化虚拟仿真实验项目流程图

## ② 实验流程

——日光温室安装实验：设置日光温室设计建造参数，开挖基槽、垫层铺装、基础墙体施工、预埋件施工、拱架施工、后屋面施工、估摸卡槽施工、防虫网施工、棚膜安装施工、压膜线施工、湿帘风机系统施工、保温被施工、外保温和墙体装饰施工等。



图4 日光温室参数设置与计算



图5 日光温室安装基础结构实施



图6 日光温室安装实验结束页面

——**连栋温室安装实验**：设置连栋温室设计建造参数、开挖基槽和垫层施工、预埋件施工、回填土施工、立柱及大梁施工、天沟安装、外遮阳系统安装、横竖龙骨安装、风机湿帘安装、防虫网安装、外覆盖系统（玻璃）安装、屋顶及顶开窗系统安装、补光系统安装、内遮阳系统安装等过程。



图 7 连栋温室参数设置与计算



图 8 连栋温室安装实验实施



图 9 连栋温室安装实验结束页面

——连栋温室智能化控实验：典型生产季节选择、夏天降温控制操作，冬天环境调控操作、冬天补光控制操作、冬天通风控制操作，灌溉控制操作、空气循环均匀性控制操作等。



图 10 作物生长智能化喷灌



图 11 作物生长智能化管控遮阴（夏天）



图 12 经济作物生长智能化补光（冬天）

## (2) 间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验（省级虚拟仿真实验项目）

### ① 实验简介

本实验项目主要面向农学、种子科学与工程、植物科学与技术、植物保护、农业资源与环境等专业本科生；涉及的专业课程包括作物栽培学、耕作学、农学概论、植物生产学等课程。同时也可作为作物栽培学与耕作学、作物遗传育种等专业的研究生相关知识学习使用。

该项目以小麦、玉米、大豆间套作复合种植系统周年栽培管理为例，设置从土地耕作，农机具的调节使用到种子萌发率、播种量、株行距配置的计算，中期的管理，生育时期的调查，测产考种等 32 个考核步骤，顺序完成各实验环节，按照“虚实结合、以虚补实”的原则，将学生所了解的零碎的、单一的理论知识点通过虚拟仿真内容的创新和优化，形成“点、线、面”的思路。通过实验使学生清楚不同气候条件下间套作复合种植系统在我国农业生产中的重要意义；理解间套作复合种植对气候资源的基本要求以及年季间作物的协调性；掌握间套作复合种植系统周年栽培中不同作物播种、管理、收获等关键技术；明确间套作复合种植系统资源高效利用机理；提高学生对于作物间套复合种植生产的认识和对农学及相关专业的学习兴趣，为毕业后投身农学类相关工作奠定基础，提升综合素质和创新能力。

### ② 实验流程

本虚拟仿真实验项目在仿真平台上共设置了实验预习、实验演练、实验考核和实验报告 4 个模块。

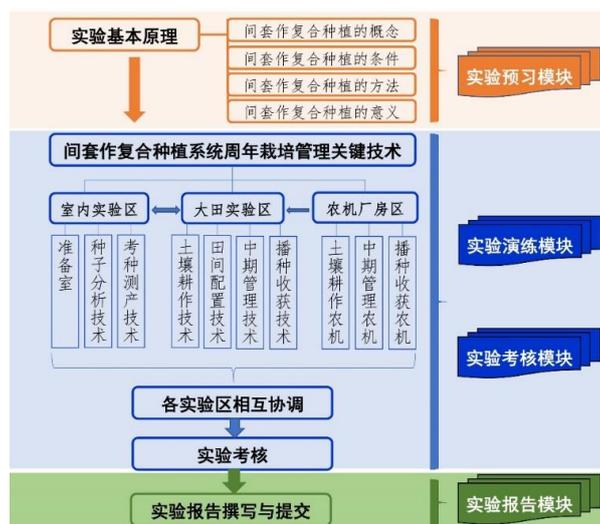


图 13 间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验项目组织结构图

——**实验预习**：学习实验目的、实验原理、基本知识点、各实验区域介绍、相关知识点的概念、视频，完成知识点考察。



图 14 间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验教学系统页面

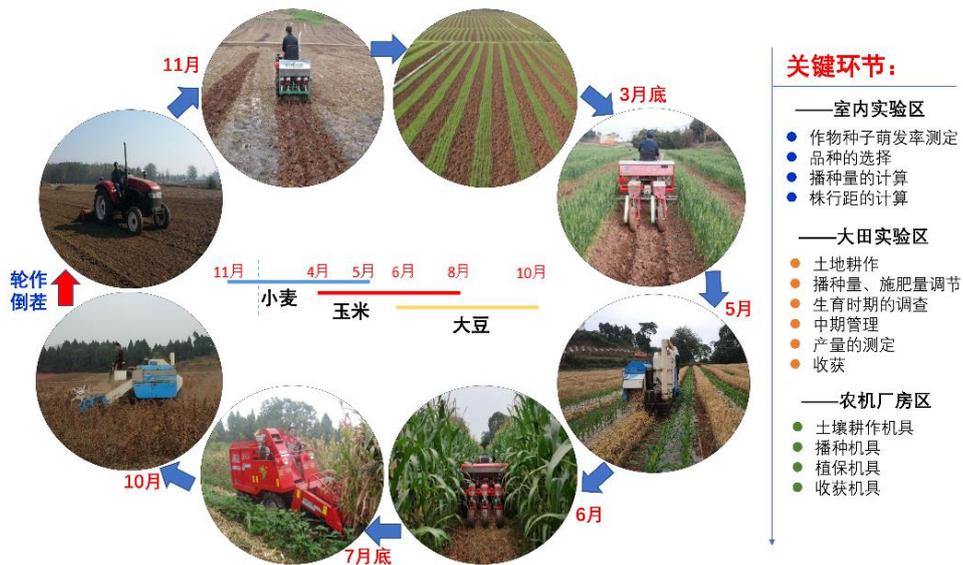


图 15 作物间套作复合种植系统周年栽培管理预习框架示意图

——**实验考核**：间套作复合种植熟制确定、小麦播前准备、小麦播种、小麦生育期调查及中期管理、玉米播前准备、玉米播种、小麦收获、玉米生育期调查及中期管理、大豆播种、大豆生育期调查及玉米收获、大豆生育期调查及收获等。



图 16 中国间套复种熟制的确定



图 17 作物种子测定分析



图 18 不同作物生产农机的选择及播种

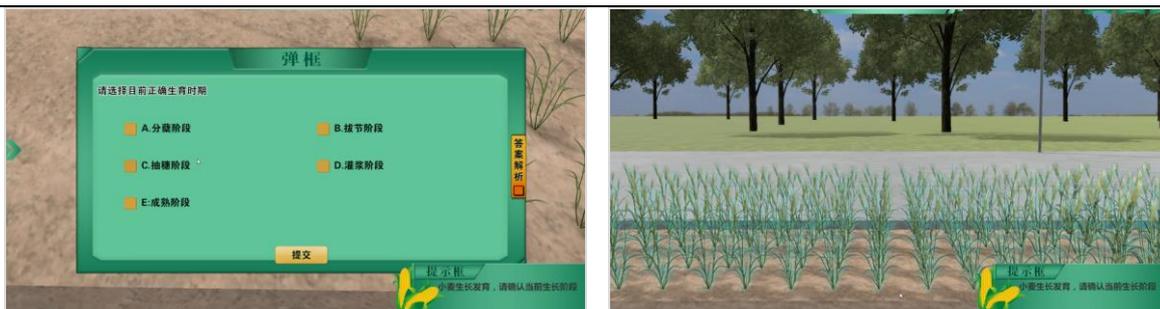


图 19 小麦生育时期的调查与分析



图 20 玉米植株株型的选择及效果分析

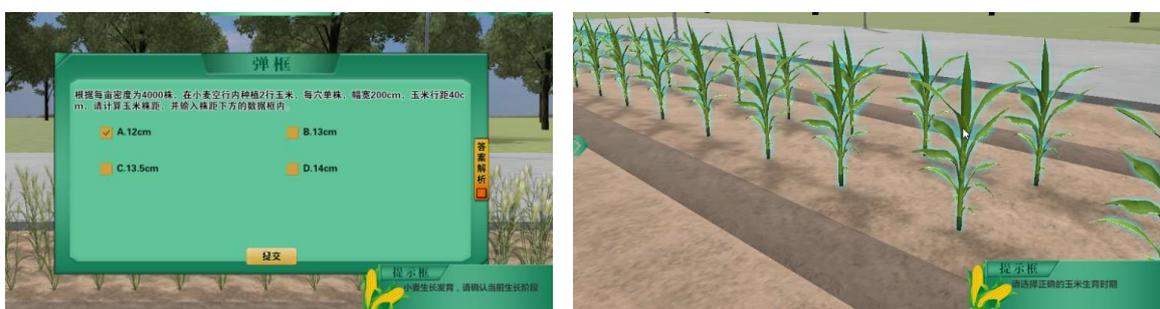


图 21 玉米植株株行距的确定及生育期的分析



图 22 大豆生育时期的确定

——实验报告：学生完成实验报告。

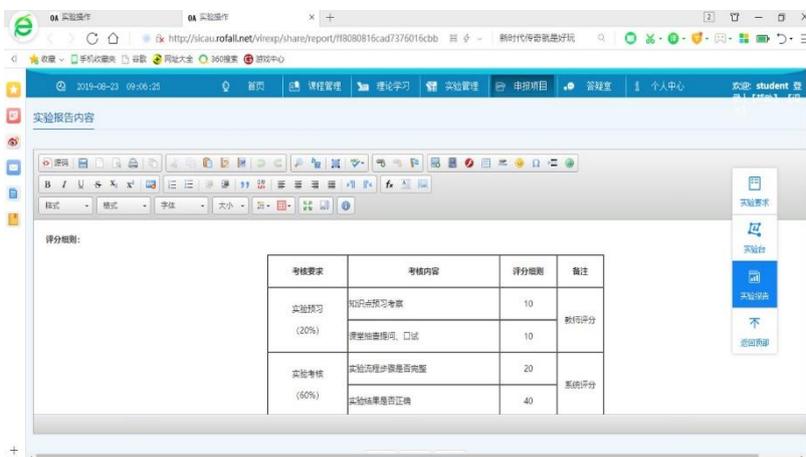


图 23 实验报告要求和格式

### (3) 成花障碍作物种质催花技术虚拟仿真实验（校级虚拟仿真实验项目）

#### ① 实验简介

本实验项目主要面向农学、种子科学与工程、植物保护、园艺学等专业本科生；涉及的专业课程包括植物生理学、生物技术等课程。本实验采用虚拟仿真实验的技术，选择我国西南五省的典型生态区成都、重庆、拉萨、贵阳、昆明开展实验，通过提供适宜的温光条件，促进在该区域开花困难的农作物种质开花，以解决应开花困难难以实施杂交育种的问题。培养学生掌握成花障碍作物种质催花的基本理论和技术，掌握马铃薯、黑麦、甘薯三种不同作物的种植技术。

#### ② 实验流程

根据西南五省区域的光周期昼夜长度季节性变化、马铃薯、黑麦、甘薯的春化和光周期特性，引导学生开展实验材料的种植，黑麦的低温春化和光周期催花技术，马铃薯的催花技术、甘薯的催花技术等，使学生掌握不同作物的催花技术的关键和操作步骤。



图 24 成花障碍作物种质催花技术虚拟仿真实验教学系统及西南五省区域选择



图 25 作物的选择和培养的关键环节



图 26 作物生长调控培养



图 27 作物成花障碍诱导的条件设置与开花培养

### 2.3 由科研成果(近五年)转化而来的实验教学内容

以四川农业大学作物学“双一流”建设学科为引领，四川农业大学作物科学虚拟仿真实验教学中心依托我校作物科学国家级实验教学中心、国家植物生产类人才培养模式创新实验区建设，充分利用国家重点研发计划、国家自然科学基金等省部级项目支撑下形成的科研成果，将科研成果转化为教学内容，积极更新和拓展实验教学项目。近五年，由科研成果转化而来的部分实验教学内容如下：

(1) 间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验，以四川农业大学杨文钰教授科研团队经过近 20 年研究取得的“玉米大豆带状复合种植体系创建与应用”成果为核心开发。该成果连续 11 年入选国家和省主推技术，2019 年被遴选为国家大豆振兴计划重点推广技术，于 2019 年获四川省科技进步一等奖，并被写入 2020 年中央一号文件加以推广。

(2) 成花障碍作物种质催花技术虚拟仿真实验，以四川农业大学王西瑶教授科研团队的“四川及周边特困山区马铃薯产业发展关键技术创新与推广”成果为核心开发。该成果荣获 2019 年神农中华农业科技奖二等奖。

(3) 玉米病虫害综合防控虚拟仿真实验，以四川农业大学龚国淑教授科研团队的“四川玉米主要病虫害综合防控技术研究与应用”和陈华保副教授科研团队的“农作物害虫物理精准诱控新产品的研发与应用”科研成果为核心开发。该成果于 2017 年获四川省科技进步三等奖和 2020 年四川省科技进步三等奖。



### 2.4 合作企业的概况、参与程度和合作成果

四川农业大学作物科学虚拟仿真实验教学中心与北京润尼尔网络科技有限公司长期保持深入合作关系，充分发挥信息技术企业在人才培养中的积极作用，将最新科研成果快速、高质量地进行应用转化，形成产学研一体化的虚拟仿真实验教学平台和教学体系，促进人才培养模式和教学方法的创新。通过多年努力，取得显著成果，达到互利共赢的目的。

北京润尼尔网络科技有限公司于 2007 年 12 月成立，是国家高新技术企业，总部位于北京，目前在武汉、西安、上海、成都、广州、南京、合肥、呼和浩特、哈尔滨等地设立了分支机构。公司以虚拟仿真技术和网络技术为依托，主要从事教育教学系统的研究、开发、销售、集成和服

务，可为学校的虚拟仿真实验教学、实验中心信息化、线上线下混和式课程以及 VR 相关专业人才培养、VR 教育应用硬件提供一体化建设方案。2017-2019 年度教育部认定的 728 个国家虚拟仿真实验教学项目由润尼尔提供技术服务的有 187 个，占比约 26%，居行业企业首位，为我国高校实验教学的改革与创新提供了重要的技术支撑。

北京润尼尔网络科技有限公司全面参与四川农业大学作物科学虚拟仿真实验中心虚拟仿真实验教学项目的开发、产品推广和维护，并选派固定人员参与虚拟实验平台建设。其中共同开发的“设施植物生产系统设计建造与智能化虚拟仿真实验”获批国家级虚拟仿真实验项目，“间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验”获批四川省虚拟仿真实验项目。协助实验教学中心获得计算机软件著作权登记 3 项。



## 2.5 目前教学资源共享的范围和效果

2018 年起，中心面向四川农业大学校内植物生产类的农学、种子科学与工程、植物保护、设施农业科学与工程、园艺等 20 个专业，作物栽培学、农业设施设计与建造、农业昆虫学、农业植物病理学、作物保护学、植物生理学等 30 门课程开放实验 20 个，共计 40 学时，累计服务学生 20 万人时。学生普遍反映通过虚拟仿真实验的学习理论知识更加生动真实地展示在了眼前，受益匪浅，学生专业认同感得到显著提升。

除校内应用外，中心实验项目已对社会放开。累计开放实验 5 个，共计 10 学时，累计服务 2000 人次。部分实验已成为其他高校必修实验项目。如“设施植物生产系统设计建造与智能化虚拟仿真实验”已被作为中国农业科学院设施农业环境工程研究生课程实验教学项目，教学效果良好。学生普遍反映，通过使自己可以通过远程学习到四川农业大学学生所能学到的内容，让自己对连栋温室的设计建造以及环境调控有了更加深刻的认识，而且还能在较短的时间内学习到温

室智能化环境控制技术，受益匪浅。依托四川省作物带状复合种植工程技术研究中心，实验教学中心与农技推广部门和合作社签订合作协议，利用“间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验”开展技术培训，推动虚拟仿真实验的社会化，充分发挥了虚拟仿真实验的示范和辐射作用。

## **2.6 进一步实现共享的计划与安排**

### **(1) 特色与创新资源项目建设和更新**

计划整合学校和社会案例以及最新科研成果，继续开发具有学科、专业特色的虚拟仿真实验项目，优化现有项目，更新虚拟仿真实验内容，完善植物生产类实验教学体系，使课程虚拟仿真实验实现系列化、标准化。举办作物科学虚拟仿真实验设计技能大赛，鼓励相关专业本科生、研究生能参与到虚拟仿真实验教学系统的开发建设中来，促进和提升学生的专业实践能力和专业应用能力。

### **(2) 面向高校的教学推广应用计划**

未来学科建设过程中，借助作物学“双一流”学科建设，与西南地区农业类兄弟院校建立虚拟仿真实验资源共享，免费开放，并依托作物科学国家级教学示范中心平台，与同行交流及进行虚拟仿真教学项目推广，并提供技术支持。通过举办植物生产类虚拟仿真教学会议、成立植物生产类虚拟仿真实验教学联盟、接待参访等多种形式，与校内外及国内外兄弟院校、相关机构的对口院系进行虚拟实验资源项目建设思路、经验和成果的资源共享，共同推进植物生产类相关课程的虚拟仿真教学建设，使各相关高校的学生能通过使用本中心的建设成果，提升综合创新能力。

### **(3) 面向社会的推广应用计划**

依托各级农技推广部门和合作社签订合作协议，利用本中心实验项目开展技术培训，推动虚拟仿真实验的社会化，充分发挥示范和辐射作用。本项目将不断补充、更新教学资源，面向社会提供免登录链接，提供教学训练所用资源；同时，将本中心虚拟仿真实验教学系统推广应用定点企事业单位提供岗前培训及考核服务，凡经平台考核合格的学员，均将获得由四川农业大学颁发的电子认定证书。

### 3. 虚拟仿真实验教学队伍

3.1 虚拟仿真实验教学中心主任	姓名	杨峰	性别	男	年龄	39
	专业技术职务	教授	学位	博士	联系电话	028-86290960
	邮箱	f.yang@sicau.edu.cn			手机号码	13880286599
	主要职责	全面负责虚拟仿真实验教学中心的建设与管理，统筹中心的建设规划和总体推进，组织落实师资队伍建设，负责组织制定实验中心开放运行管理制度和运行机制，以及教学计划、实验教学体系、教学内容和方法的实施与改革。参与完成作物生产类相关课程的建设 and 教学。				
	工作经历	<p>中心负责人 2010 年在南京大学获得博士学位后到四川农业大学农学院开展教学科研工作，先后承担了《作物栽培学实验》、《植物生产学实验》、《智慧农业技术与应用实验》、《农业信息技术实验》等课程实验内容；主持省级《间套作复合种植系统周年栽培管理》虚拟仿真实验项目；主研国家级植物生产类专业人才培养模式创新试验区、农学国家特色专业、国家级作物科学与技术教学团队、国家级农学专业综合改革项目等质量工程项目相关工作。</p> <p>2015 年担任农学院作物栽培系实验室主任以来，开展实验教学改革与实践相关研究，获批教育部新农科教学改革与实践项目 1 项，获四川省教学成果二等奖 1 项，农学专业获批国家级一流专业建设点。</p>				
	教研科研主要成果（科研成果限填 5 项）	<p><b>(1) 教研主要成果：</b></p> <p>——<b>主持（主研）教学研究课题</b></p> <p>间套作复合种植系统周年栽培管理虚拟仿真实验，四川省教育厅，2019 年。主持</p> <p>现代农业生产经营实践课程教学改革与探索，四川农业大学，2015-2018 年。主持</p> <p>作物栽培学课程质量提升计划项目，四川农业大学，2015 年。主持</p> <p>以新农科建设为引领的农学类专业改革与实践，教育部，2020-2022 年。主研</p> <p>——<b>发表教学研究论文</b></p> <p>杨峰，罗慎，樊高琼，任万军，黄玉碧，王西瑶. 基于“五结合”方式的农学类专业教学研究与探索. 教育教学论坛，2018，7：167-168.</p> <p>杨峰，罗慎，樊高琼，任万军，黄玉碧. 基于创新创业的农学专业教</p>				

学实践体系研究与探索——以四川农业大学农学专业为例. 高等农业教育, 2018, 5: 78-81.

任万军, **杨峰**, 罗慎. 以创新创业能力为导向的农学本科实践教学模式构建——以四川农业大学为例. 高等农业教育, 2019, 3: 78-81.

——**获得的教学表彰/奖励**

2018年“以创新创业能力为引领的植物生产类本科实践教学改革与应用”获四川省第八届高等教育教学成果二等奖, 第三完成人。

2017年获四川农业大学校级教学成果特等奖, 第三完成人。

**(2) 科研主要成果(发表论文 129 篇, SCI 50 篇; 获省部级成果 3 项):**

2019年主研的“玉米-大豆带状复合种植技术体系创建与应用”获四川省科技进步一等奖和“熟农作制丰产增效关键技术与集成应用”获神农中华农业科技奖一等奖; 2017年主研的“玉米大豆带状复合种植技术研究与应用”获中国作物科技奖。

2015年制定国家农业行业标准 1 项, 玉米大豆带状复合种植技术规程。

Wang Zhonglin, Chen Junxu, Zhang Jiawei, Fan Yuanfang, Cheng Yajiao, Wang Beibei, Wu Xiaoling, Tan Tingting, Li Shenglan, Muhammad Ali Raza, Wang Xiaochun, Yong Taiwen, Liu Weiguo, Liu Jiang, Du Junbo, Wu Yushan, Yang Wenyu\*, **Yang Feng\*** (杨峰). Predicting grain yield and protein content using canopy reflectance in maize grown under different water and nitrogen levels [J]. Field Crops Research, 2021, 260: 107988. (一区, TOP 期刊)

Lingyang Feng, Muhammad Ali Raza, Jianyi Shi, Muhammad Ansar, John Kwame Titriku, Tehseen Ahmad Meraj, Ghulam Abbas Shah, Zubair Ahmed, Ashiq Saleem, Weiguo Liu, Xiaochun Wang, Taiwen Yong, Shu Yuan, **Yang Feng\*** (杨峰), Wenyu Yang\*. Delayed maize leaf senescence increases the land equivalent ratio of maize soybean relay intercropping system. European Journal of Agronomy, 2020, 118: 126092. (一区, TOP 期刊)

Muhammad Ali Raza, Ling Yang Feng, Wopke van der Werf, Nasir Iqbal, Imran Khan, Muhammad Jawad Hassan, Muhammad Ansar, Yuan Kai Chen, Zeng Jin Xi, Jian Yi Shi, Mukhtar Ahmed, **Feng Yang\*** (杨峰), Wenyu Yang\*. Optimum leaf defoliation: A new agronomic approach for increasing nutrient uptake and land equivalent ratio of maize soybean relay intercropping system. Field Crops Research, 2019, 244: 107647. (一区, TOP 期刊)

3.2 教师基本情况		正高	副高	中级	其它	博士	硕士	学士	其它	专职	总人数	平均年龄
	人数	9	10	7	5	22	4	5	0	22	31	38.45
	占总人数比%	29.03	32.26	22.58	16.13	70.97	12.90	16.13	0	70.96		

3.3 中心人员信息表

序号	姓名	年龄	学位	专业技术职务	承担教学/管理任务	专职/兼职
1	杨峰	39	博士	教授	教学/主任	专职
2	余国武	40	博士	副教授	教学/副主任	专职
3	蒋春先	39	博士	副教授	教学/副主任	专职
4	刘登才	50	博士	教授/副校长	教学	兼职
5	陈学伟	46	博士	教授/杰青	教学	兼职
6	王文明	55	博士	教授	教学	兼职
7	王静	37	博士	教授/优青	教学	兼职
8	贺忠群	49	博士	教授	教学	专职
9	樊高琼	44	博士	教授	教学	专职
10	王学贵	44	博士	教授	教学	专职
11	符书兰	39	博士	教授	教学	专职
12	黄志	39	博士	副教授	教学/副主任	专职
13	杨翠芹	40	博士	副教授	教学	专职
14	岳艳丽	37	博士	副教授	教学/管理	专职
15	孙歆	40	博士	副教授	教学	专职
16	陈华保	41	博士	副教授	教学	专职
17	蒲至恩	39	博士	副教授	教学	专职
18	李立芹	46	博士	副教授	教学	专职
19	汪晓辉	43	博士	讲师	教学	专职
20	罗慎	43	硕士	讲师	管理	专职
21	杨洪坤	34	博士	讲师	教学	专职

22	卢威	31	博士	讲师	教学	专职
23	吴雨珊	30	博士	讲师	教学	专职
24	黄雪丽	37	硕士	高级实验师	管理	专职
25	程红	36	硕士	高级实验师	管理	专职
26	李沛利	39	硕士	高级实验师	管理	专职
27	赖强	30	本科	产品工程师	系统维护	兼职
28	林海涛	26	本科	开发工程师	技术支持	兼职
29	贺峰	27	本科	开发工程师	技术支持	兼职
30	周凯悦	24	本科	建模工程师	技术支持	兼职
31	孙悦恭	28	本科	产品工程师	系统维护	兼职

### 3.4 虚拟仿真实验教学队伍实验教学水平和成果

四川农业大学作物科学虚拟仿真实验教学中心的教师队伍以作物科学国家级实验教学示范中心、四川省作物带状复合种植工程技术研究中心、园艺植物种质改良省级重点实验室的专职教师和常年讲授“间套作复合种植系统周年栽培管理”、“成花障碍作物种质催花技术”、“玉米病虫害识别与防治”和“设施植物生产系统设计建造与智能化”的课程组组长组成专职教师队伍，聘请经常在实验中心执教作物栽培学、植物生理学、植物保护学和设施农业科学等课程的科研教师为兼职教师，教师队伍的科研教学能力强，有自主开发高水平教学实验和虚拟仿真教学实验的经验。教师队伍中有正高职称的有 9 位，占比 29%。有博士学位的教师 22 位，占比 71%。教师队伍以青年教师为主，平均年龄 38 岁。队伍结构合理、人员稳定，与理论教学人员互通良好能够保证虚拟仿真实验教学中心的长远发展。目前，中心拥有国家级精品课程 1 门，省级精品课程 13 门，省级思政课程 1 门，国际化课程 1 门，充分体现了虚拟仿真实验教学队伍的实验教学水平。

#### ——教师编写教材情况

(1) 蒋春先(主编). 立德树人 润物无声——植物保护专业课程思政探索与实践. 中国农业科学技术出版社, 2020, ISBN: 978-7-5116-5037-5.

(2) 文涛 (主编), 孙歆等. 《植物生理学》. 北京: 中国农业出版社, 2018, ISBN: 9787109237148. (农业部“十二五”规划教材)

(3) 杨文钰 (主编), 樊高琼等. 《作物栽培学各论南方本》(第二版). 北京: 中国农业出版社, 2011, ISBN: 978.7.1091.5871.9 (普通高等教育国家级规划教材)

(4) 杨先泉 (主编), 张素芝等. 《遗传学实验教程》. 北京: 中国农业大学出版社, 2012, ISBN: 978.7.5655.0517.1

(5) 曹墨菊 (主编)、李立芹等. 《植物生物技术概论》. 中国农业出版社, 2014, ISBN:

978.7.5655.1027.4

(6) 黄云(主编),蒋春先等.《园艺植物保护学实验实习指导》.北京:中国农业出版社,2015, ISBN: 978.7.109.20250.4(全国农林高校“十二五”规划教材)

(7) 陈兴福(副主编).《药用植物栽培学》(第三版).北京:中国农业出版社,2011, ISBN: 978.7.1091.6159.7(国家级规划教材)

(8) 龚国淑(副主编),杨继芝等.《植物病理学》.北京:中国林业出版社,2011, ISBN: 978.7.5038.6410.0

(9) 陈兴福(副主编).《药用植物学》.重庆:西南师范大学出版社,2012, ISBN: 978.7.5621.5664.2

(10) 杨峰(副主编).《草地退化遥感监测》.北京:科学出版社,2012, ISBN: 978.7.03.034759.6

(11) 刘永建(副主编).《田间试验与统计分析》(第三版),科学出版社,2013, ISBN: 9787030370631(国家级规划教材)

(12) 黄云(副主编),杨辉,李沛利(参编).《农业植物病理学实验实习指导》.北京:科学出版社,2014, ISBN: 978.7.03.042404.4

(13) 樊高琼,杨文钰(参编).《作物栽培学总论》(第二版).北京:科学出版社,2011, ISBN: 978.7.0303.1196.2(国家级规划教材)

(14) 李立芹,罗培高(参编).《现代生物工程与技术概论》.北京:化学工业出版社,2011, ISBN: 978.7.1221.1262.0

(15) 陈兴福(参编).《药用植物栽培学实验实习指导》.北京:高等教育出版社,2012, ISBN: 978.7.0403.4487.5

(16) 文涛(参编).《现代植物生理学》(第三版).北京:高等教育出版社,2012, ISBN: 978.7.0403.4007.5(国家级规划教材)

(17) 龚国淑(参编),陈华保.《普通植物病理学》(第二版).北京:科学出版社,2013, ISBN: 978.7.03.037071.6

(18) 汪晓辉(参编).《中药鉴定学》.北京:中国医药科技出版社,2015, ISBN: 978.7.5067.7125.2

(19) 汪晓辉(参编).《中药鉴定学实验》.北京:中国医药科技出版社,2015, ISBN: 978.7.5067.7124.5

#### ——教师撰写实验技术与方法及教改论文情况

(1) Li M., Tang Z.X., Qiu L., Wang Y.Y., Tang S.Y., Fu S.L. Identification and Physical Mapping of New PCR-Based Markers Specific for the Long Arm of Rye (*Secale cereale* L.) Chromosome 6[J]. Journal of Genetics and Genomics, 2016, 43(4): 209.216. (SCI 收录)

(2) Liu W.J., Deng Y.C., Hussain S., Zou J.L., Yuan J., Luo L., Yang C., Yuan X.Q., Yang W.Y. Relationship between cellulose accumulation and lodging resistance in the stem of relay intercropped

soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] [J]. *Field Crops Research*, 2016, (196):261.267. (SCI 收录)

(3) Tang Z.X., Li M., Fu S.L. Development of new PCR-based markers specific for chromosome arms of rye (*Secale cereale* L.) [J]. *GENOME*, 2016, 59(3): 159.165. (SCI 收录)

(4) Wang L., Deng F., Lu T.Q., Zhao M., Pu Sh.L., Li Sh.X, Ren W.J.. The relationships between carbon isotope discrimination and photosynthesis and rice yield under shading [J]. *International Journal of Plant Production*, 2016, 10(4): 551.564 (SCI 收录)

(5) Fu S.L., Chen L., Wang Y.Y., Li M., Yang Z.J., Qiu L., Yan B.J., Ren Z.L., Tang Z.X. Oligonucleotide probes for ND.FISH analysis to identify rye and wheat chromosomes [J]. *Scientific Reports*, 2015, 5, 10552. (SCI 收录)

(6) Wang Li, Deng Fei, Ren Wan.Jun . Shading tolerance in rice is related to better light harvesting and use efficiency and grain filling rate during grain filling period[J]. *Field Crops Research*, 2015, 180: 54.62 (SCI 收录)

(7) Zhou Y., Gong G.S., Cui Y.L., Zhang D.X., Chang, X.L., Hu R.P., Liu N., Sun X.F. Identification of Botryosphaeriaceae causing Kiwifruit rot in Sichuan Province, China[J]. *Plant Disease*. 2015, 99(5): 699.708. (SCI 收录)

(8) Sun X., Lei T., Du J.B., Yang W.Y. Identification and characterization of two paralogous plastid terminal oxidase genes in soybean[J]. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2015, 17(6): 1275.1278 (SCI 收录)

(9) Gu Y., Liu Y., Zhang J., Liu H., Hu Y., Du H., Li Y., Chen J., Wei B., Huang Y. Identification and characterization of microRNAs in the developing maize endosperm[J]. *GENOMICS*. 2013,102:472.478. (SCI 收录)

(10) Ren W. J., Lu T. Q., Yang W. Y. Analysis of Assimilate Distribution by <sup>3</sup>H- Tracing during Recovery Period after Rice Seedling Transplanting[J]. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2011, 58(1): 156.160. (SCI 收录)

(11) 孙歆,文涛,杨世民. 基于对分课堂理念的植物生理学课程设计. *生物学杂志*, 2020, 37(5): 117-119.

(12) 蒋春先. 新西兰梅西大学植物保护类课程教学特点及启示. *农业教育研究*, 2020, 3:35-40.

(13) 蒋春先. “普通昆虫学”课程思政课堂教学探索与实践. *科教导刊*, 2020, 17:136-140.

(14) 任万军,杨峰,罗慎. 以创新创业能力为导向的农学本科实践教学模式构建——以四川农业大学为例. *高等农业教育*, 2019,3: 78-81.

(15) 杨峰,罗慎,樊高琼,任万军,黄玉碧,王西瑶. 基于“五结合”方式的农学类专业教学研究与探索[J]. *教育教学论坛*, 2018, 7: 167-168.

(16) 杨峰,罗慎,樊高琼,任万军,黄玉碧. 基基于教学实践基地的农学专业创新创业培养体

系构建与探索-以四川农业大学农学专业为例[J]. 高等农业教育, 2018, 5: 78-81.

(17) 杨春平, 陈华保, 龚国淑, 杨继芝, 张敏. HPLC 检测枇杷中氯吡脞含量的前处理方法. 浙江大学学报[J], 2016, 42(3): 350 – 357.

(18) 杨春平, 陈华保, 龚国淑, 杨继芝, 张敏. 固相萃取.高效液相色谱法测定4种蔬果中2,4-D的残留量[J]. 核农学报, 2016, 30(6): 460 – 467.

(19) 李国瑞, 马宏亮, 胡雯媚, 汤永禄, 荣晓椒, 樊高琼. 西南麦区小麦品种萌发期抗旱性的综合鉴定及评价[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(4): 479-487

(20) 余国武, 杨先泉, 黄玉碧. 《生物工程》教学方法和考评体系的探索与实践[J]. 2015年四川省高等教育年会论文集.

(21) 武晓玲, 梁海媛, 杨峰, 刘卫国, 余跃辉, 杨文钰.大豆苗期耐荫性综合评价及其鉴定指标的筛选[J].中国农业科学, 2015, 48(13): 2497 – 2507.

(22) 罗慎, 罗培高. 物理学知识原理向遗传学教学渗透的实践与思考[J]. 遗传, 2014, 36(9): 952 – 957.

(23) 潘峰, 侯凯, 董品利, 陈郡雯, 胡博, 吴卫. HPLC.ELSD 法同时检测瓦布贝母三种生物碱的含量[J].核农学报, 2014, 28(10): 1854 – 4859.

(24) 宋九华, 杨文钰, 孟杰, 李瑶, 曾羽, 成涛, 陈兴福. HPLC 波长切换法同时测定粗茎秦艽中6个成分的含量[J].化学研究与应用, 2014, 26(7)7: 1136 – 1140.

(25) 代沙, 吴卫, 李钰. HPLC 法测定不同品系紫苏酚类物质的含量[J]. 核农学报, 2014, 28(1)1: 0108 – 0115.

(26) 李沛利, 张晋康, 陈华保, 杨春平, 龚国淑, 张敏. 白僵菌可湿性粉剂的研制[J]. 植物保护, 2014, 4: 92 – 95

(27) 姚入宇, 王菲, 邹元锋, 王露, 杨兴旺, 陈兴福. Topsis 法综合比较4种成熟度青川产北柴胡种子的萌发质量[J].植物研究, 2014, 34(1): 108 – 113.

(28) 侯凯, 陈郡雯, 申浩, 翟娟园, 陈黎, 吴卫. 川白芷内源激素的提取纯化和高效液相色谱法同步测定[J].核农学报, 2013, 27(5): 653 – 657.

(29) 王伟, 李立芹, 邹雪, 王西瑶. 马铃薯块茎总RNA提取方法比较与分析[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(1): 38 – 40.

(30) 陈兴福, 傅体华, 罗慎. 中药农业高素质人才的知识结构[J]. 药学教育. 2013

(31) 向刚, 罗慎, 王西瑶. 大学生“网络式”创新人才培养模式构建与实践——以四川农业大学农学院为例[J].《沈阳农业大学学报: 社会科学版》, 2012, 14(4): 450 – 452.

#### ——教学成果获奖情况

2001年国家级教学成果二等奖, 农学专业人才培养模式和课程体系改革的研究与实践。杨文钰等(合作)。

2010年四川省级教学成果一等奖, 发挥作物学科优势, 创建以农学为龙头的专业群协调发

展新体系。黄玉碧，任万军等。

2013年四川省级教学成果一等奖，211工程”地方农林高校本科人才分类培养模式构建与实践。杨文钰，李天 等。

2013年四川省级教学成果二等奖，一二课堂协同的植物生产类本科人才培养体系创建与实践，黄玉碧，任万军 等。

2013年四川省级教学成果一等奖，基于大数据平台的教学质量监控保障体系构建与实践，李廷轩 袁广胜 等。

2018年四川省级教学成果一等奖，以创新创业能力为引领的植物生产类本科实践教学改革与应用。任万军，杨峰等。

2018年四川省级教学成果一等奖，遗传学教学“五化转换”探索与实践，四川省教学成果奖二等奖。罗培高，余国武等。

#### ——承担的质量工程建设项目和教改项目情况

- (1) 国家级一流本科专业农学专业建设点
- (2) 国家级实验教学示范中心“作物科学实验教学中心”建设
- (3) 国家级“植物生产类人才培养模式创新实验区”建设
- (4) 国家级教学团队“作物科学与技术教学团队”建设
- (5) 教育部地方高校第一批本科专业综合改革试点“农学”
- (6) 第一批卓越农林人才教育培养计划改革试点项目
- (7) 国家级精品课程“作物育种学”建设项目
- (8) 第一批高等学校特色专业建设点“农学”特色专业建设
- (9) 教育部新农科研究与实践项目：以新农科建设为引领的农学类专业改革与实践

## 4. 管理与共享平台

### 4.1 校园网络及教学信息化平台（平台水平、主要功能）

四川农业大学于 1979 年开始电化教育，1997 年成立网络中心开展全校计算机网络及数字化校园的系统规划和全面建设，2011 年组建信息与教育中心承担学校教育信息化、教育教学技术、现代教学装备及网络公共课程教学等相关支撑工作。目前，学校已建成智慧校园，在所有实验室、办公室和学生宿舍都有有线网和无线网络信号覆盖，学生通过网络访问教学资源通常方便。

作物科学虚拟仿真实验教学中心于 2018 年整合相关虚拟仿真实验后就建立了基于 wiki 系统建成了实验中心的新网站 (<https://zwkxxnfz.sicau.edu.cn>)，实现了开放式的教学互动机制，在实验教学和管理等方面发挥着重要作用。

### 4.2 网络管理与安全

网站服务器由四川农业大学信息与教育中心机房托管，提供防火墙等安全技术支持。为了保障网站内容的安全，实验中心已购置专门的服务器作为备份服务器，制定专门的安全备份机制：每天、每周、每月进行不同覆盖程度的备份。实验中心网站 (<https://zwkxxnfz.sicau.edu.cn>) 有专门的系统管理员和中心管理员负责设备更新、维护网站架构、系统安全、版面安排和内容设计等方面的工作。实验中心的课程负责人熟悉网站内容编辑和维护，经常访问网站，对网站上学生或其他用户提出的重要问题都能在短时间内给出答复。在网站建成开放至今，从未出现网络安全相关的问题。

## 5. 条件保障

### 5.1 虚拟仿真实验教学中心基础条件（仪器设备配置情况、环境、运行与维护等）

（1）**仪器设备情况：**虚拟仿真实验中心依托作物科学国家级实验教学示范中心雄厚的科研和教学力量。作物科学国家级实验教学示范中心目前占地 14890 平方米，仪器设备总价值 4328 万元。这些资源均可向虚拟仿真实验中心共享。

（2）**环境：**中心的实验室布局、实验用房设计方案合理，建立了防火、防盗报警系统，实验室安装有烟雾报警器，配备有灭火器，具有完备的消防设施。电线和电缆均采用暗线暗盒施工，实验室的操作台、柜子等均采用防火材料。

#### （3）运行与维护：

① 在完成正常的教学、科研的基础上，利用现有的师资、仪器设备等资源，面向全校本科生、研究生及外单位有需要的人员开放。经网上申请，相关人员审核后可以进入本实验室进行开放性实验工作。中心采集积极灵活的开放时间，学生可以通过校园网登录系统进行预约和预习。对于网络环境下的虚拟仿真实验，学生可远程登录，不受时间限制。

② 虚拟仿真实验教学平台建立了仪器设备的管理维护制度，仪器设备的损坏、丢失赔偿制度，大型仪器设备使用管理办法及贵重仪器设备使用登记卡，仪器旁有操作指南及使用登记手册。

③ 使用人员需遵守实验室的各项规章制度，并进行岗前培训、重大安全隐患教育及大型仪器设备使用规则等。

④ 根据学科发展、实验室发展规划和每年的经费使用情况制定仪器设备购置计划，要求所购置的仪器设备具有一定的前瞻性。实验中心的设备维修费用主要有三个途径：一是学校每年根据学生人数和中心规模定期投入 10 万元左右；二是学校每年根据学生人数和实验学时数下拨运行费，每年 20 万元左右。三是根据需要申请项目。

### 5.2 虚拟仿真实验教学中心管理体系（组织保障、制度保障、管理规范等）

作物科学虚拟仿真实验教学中心以虚拟仿真实验资源的共享与充分利用为目标，系统制定了一系列完善的管理制度，形成了激励学生自主学习和提高学生创新能力的效果考核、评价和反馈机制。

#### （1）组织保障

作物科学虚拟仿真实验教学中心实行校、中心两级管理，中心主任负责的管理体制，

并设置中心管理小组。中心管理小组包括中心主任、教学分管院领导及各职能部门负责人等。学校负责总体规划与建设，中心负责日常管理与运行。现设主任 1 人，副主任 3 人，中心主任全面主持中心的实验教学、实验研究和实验室管理等工作；副主任负责虚拟仿真实验教学建设管理和平台建设优化管理。学校对中心主任、工作人员的工作任务、目标责任的履行进行监督和管理。

## **(2) 制度保障与管理规范**

作物科学虚拟仿真实验教学中心依托四川农业大学和国家级作物科学教学示范中心，建立了一系列较完善的实验室开放制度，加强了对实验室的管理，保障了实验室工作的顺利进行。

① 实验室管理制度：《高等学校实验室工作规程》、《四川农业大学实验室开放管理办法》、《四川农业大学实验室管理规程》、《四川农业大学实验教学示范中心建设与管理办法》、《四川农业大学作物科学实验教学中心管理办法》、《四川农业大学实验室安全管理办法》、《四川农业大学实验室工作人员岗位职责》、《四川农业大学实验指导教师职责》、《作物科学虚拟仿真实验教学中心管理制度》。

② 仪器设备管理制度：《高等学校仪器设备管理方法》、《四川农业大学仪器设备管理办法》。

③ 教学管理制度：《四川农业大学实验教学管理办法》、《四川农业大学“创新性实验计划”》、《四川农业大学教学研究立项及管理辦法》、《四川农业大学本科专业技能提升计划实施办法》、《四川农业大学本科生科研兴趣培养计划项目实施办法》、《作物科学虚拟仿真实验教学中心教学管理制度》。

④ 全面的质量管理体系。中心在运行过程中严格按照《虚拟仿真实验教学课程建设与共享应用规范（试用版 2020）》开展工作，同时非常重视内部质量管理体系的建设。已初步建立由学校、学院和中心三级的质量监督体系。确保了实验教学的正常进行和各个教学环节严格按照质量标准执行。

## **5.3 虚拟仿真实验教学中心经费来源及使用情况**

在前期虚拟仿真实验教学中心经费支持的基础上，通过学校自筹和申请四川省、国家相关项目，今后 5 年增加 400 万经费投入，完善现有实验项目内容，完成建设中的实验项目内容，做好网站、软件的完善和网页的维护升级，稳定支持校内外用户访问，发挥虚拟仿真项目对教学的推动和促进作用。

