

附件 3-3

陕西省本科高校虚拟仿真实验教学中心

申报书

动物科学虚拟仿真实验教学中心

学 校 名 称 : 西北农林科技大学

学校管理部门电话 : 029-87091077

开放共享访问网址 : <https://dkxy.nwsuaf.edu.cn/xn/>

申 报 日 期 : 2019 年 6 月

陕西省教育厅制

填写说明

1. 申报书中各项内容用“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	动物科学虚拟仿真实验教学中心		
依托的实验教学示范中心名称 / 级别（校级或省级）	动物科学实验教学示范中心/国家级	批准时间	2012 年
<p>1.1 虚拟仿真实验教学中心的发展历程、建设概况</p> <p>1.1.1 发展历程</p> <p>西北农林科技大学始建于 1934 年，已有 85 年建设发展史。本中心建设可追溯到 1936 年，有 83 年悠久发展史。大致可分为五个发展阶段：</p> <p>（1）初创与恢复阶段（1936—1977）：1936 年学校开办畜牧专业，1939 年设立畜牧兽医系。1952 年至 1958 年全国院系大调整时，撤销畜牧兽医系建制，1959 年又恢复。此时，动科类专业课程实验室基本可满足本科教学需要。</p> <p>（2）整顿与提高阶段（1978—1998）：这一时期，学校非常重视本科教学工作，重点充实了教学实验室的仪器设备，满足了本科专业的实验课程教学需要。</p> <p>（3）整合与提升阶段（1999—2003）：1999 年西北农林科技大学合并组建。同年组建了“动物科学实验教学中心”。围绕学科建设需要，中心整合教学科研资源，提高了资源利用率，完善了实验室的实验教学与科研创新功能，提升实验室建设水平与开放管理水平。有力支撑了 5 个动物类本科专业实验教学。同时，缓解了大学扩招引发的教学资源不足矛盾。</p> <p>（4）内涵式快速发展阶段（2004—2012）：按照“统管，共享，开放”的实验室建设与管理原则，重新对实验室的布局进行了调整，进一步划分和明确了实验室的功能。重点建设了四个功能实验室（含 21 个标准实验室），5 个共享开放的学科科研创新平台。具体操作中，要求每个实验室的仪器设备组装配套；实现了实验室功能定位、实验管理人员定位、实验教学项目定位。做到了“实验场地、实验设施、实验人员、实验任务和实验经费”五位一体的统一管理与运行。同时，从 2004 年始，学校投资 4000 多万元，配套新建了动物标本馆和畜禽生态养殖场，改建了校内实践教学基地和安康水产试验示范站；另外，又与陕西石羊等 22 个企业建立了紧密合作关系，构建了动物科学专业校外实践教学基地。至此，形成了动物科学专业“实验室—科研创新平台—校内实践基地—校外生产企业”的产学研紧密结合型的实验实践教学平台体系。</p> <p>（5）跨越式发展阶段（2013 至今）2013 年，我院的数字教学取得了跨越式发展，建设了一批网络视频课程、优质课程。2013 年《动物营养与低碳健康养殖》获批国家级精品视频公开课，2016 年《动物繁衍的奥秘》获批国家级精品</p>			

视频公开课,《动物遗传学》获批国家级精品资源共享课,《动物营养学》建成省级在线课程,2013-2015年建成12门优质课程,2017~2019年,获批校在线课程8门,获批省创新创业教育课程1门,为虚拟仿真实验建设奠定了良好基础。随着科技的发展和教学方法进步,一些新教学模式不断涌现,如微课、慕课和虚拟仿真实验教学等。虚拟仿真实验教学是利用现代信息化技术,构建模拟真实的实验环境,能够使学生在开放、自主、虚拟环境中模拟现有条件不能开设的实验和成本较高的实验。基于此,建设了动物功能基因表达综合仿真实训、牛繁殖技术综合仿真实训、饲料加工设备及工艺虚拟仿真实验、高档牛肉生产综合仿真实训等虚拟仿真实验项目,组建了动物科学虚拟仿真实验教学中心。

1.1.2 建设概况

西北农林科技大学动物科学虚拟仿真实验教学中心依托西北农林科技大学动物科技学院,在国家级动物科学实验教学示范中心、实验动物中心和数字校园的基础上组建成立。中心以畜牧学下属的动物遗传育种与繁殖、动物营养与饲料科学、特种经济动物饲养,水产科学下属的水产养殖、渔业资源和生物学下属的水生生物学、动物学等7个国家和省部级重点学科为支撑,以动物遗传学、动物营养学、动物育种学、动物生物化学、牛生产学等5门省级精品课程为基础,依托动物遗传学、动物营养与饲料科学、动物育种学、动物生物化学等4个陕西省教学团队和大型仪器设备共享系统,针对动物科学课程中实体条件不具备或难以完成的实验,建设开发虚拟仿真实验项目及相关教学辅助资源,旨在提高学生的实践动手能力,培养学生的创新能力,并实现实验教学资源的全社会共享,提供一定范围的社会服务功能。

中心已建设了动物生物技术、动物遗传育种与繁殖、动物营养与饲料学、动物生产学、水产动物养殖学等5大虚拟仿真模块,已开发建设4项校级虚拟仿真实验项目、学院自建1各项目,可承担动物科学、水产养殖学专业动物生物化学等20门课程的虚拟仿真实验教学任务。中心用房面积2600多平方米。拥有本科教学实验室21个、实验动物中心1个、显微互动实验室1个。拥有可用于虚拟仿真教学的计算机90多台,高性能服务器1名、虚拟现实工作站1套。

中心采用专兼职混合建制模式,中心现有人员120人,其中陕西省教学名师1人,国家“人才项目”入选者1人,国家“青年人才项目”入选者2人,国家“优秀青年科学基金项目”1人,教育部“新世纪优秀人才支持计划”入选者5人,陕西省百人计划3人,陕西省中青年科技创新领军人才4人。中心现有教师110人,实验技术人员10人,其中虚拟现实技术研发人员12人,专业教师、实验技术人员和信息技术研发人员配置合理。近年来,中心共承担国家自然科学基金重大项目、省部级重点项目、陕西省自然科学基金项目和国际合作项目200

余项；获批省级教改项目 3 项、校级教改项目 18 项；获批省级教学成果二等奖 1 项、校级教学成果奖二等奖 3 项，获批国家级精品视频公开课 2 门，国家级精品资源共享课程 1 门，陕西省在线课程 1 门，陕西省创新创业教育课程 1 门，省级精品课程 4 门、校本科生全英文授课课程 3 门、校本科优质课程 13 门、校在线开放课程建设项 9 门，出版教材 12 部，获批 2014 年省级“专业综合改革试点”项目；拥有教育部“长江学者和创新团队发展计划”1 个、陕西省教学团队 4 个。

动物科学虚拟仿真实验教学中心与西安恒云信息技术有限公司和杨凌艾特网络科技有限公司在虚拟实验项目研发、网站建设与维护等方面建立了长期合作关系。与石羊集团、新希望六和、四川铁骑力士、西安禾丰、陕西华秦、陕西杨凌富仕特、嘉吉饲料、陕西秦川牛业、陕西秦宝牧业、宝鸡澳华现代牧业、陕西天鑫兔业、陕西省水产总站、陕西省水产研究所等 22 家校外实践教学基地，西北农林科技大学畜牧教学试验基地、安康水产试验示范站 2 家校内实习基地，以及金陵研究院、西部高端肉牛研究院、伊川县等校企、校地合作模式，在学生实验实习场所提供、科学研究、人员培训等方面形成了长期合作关系，建立了稳定的长效机制。

动物科学虚拟仿真实验教学中心将秉承动物科学专业传统优势，瞄准学科发展前沿，充分利用教学科研成果，借助合作企业技术优势，形成优质资源融合，教学科研协同的“卓越畜牧人才”培养环境，打造虚拟仿真与实际操作相结合、特色明显、示范辐射效应显著的陕西省实践教学平台，培养具有高水平虚拟仿真实践教学的研发与管理队伍，逐步实现兽医科技人才培养现代化、国际化的宏伟目标。

1.2 虚拟仿真实验教学中心建设必要性

西北农林科技大学动物科技学院自 1936 年开始招收畜牧专业和 2000 年开始招收水产养殖学专业本科生以来，累计培养了 14000 多名各类畜牧和水产方面人才，为我国畜牧和水产事业发展做出了巨大贡献。我院设动物科学，水产科学两个本科专业，现有在读全日制本科生 801 名，招生规模为 8 个班/年，30 人/班。

畜牧和水产产业是民生产业，关系着国家的可持续发展和长治久安，培养合格的高水平人才对于产业发展具有重要意义。我院相关专业开设的课程实践性强，必须通过实验教学使课程理论知识得到验证，加深学生的认知效果。随着社会进步和科技的发展，现有的专业教学实验设备和条件已日趋老化和落后，难以满足创新性高水平人才培养的需要。为改善教学条件，提高学生的学习效率和实践能力，适应国家和社会对复合应用型卓越畜牧和水产专业人才的需求，建设动物科学虚拟仿真实验教学中心具有十分必要性。

虚拟仿真实验利用 3D 虚拟仿真软件构建虚拟仿真实验环境和实验对象，并

借助人机交互手段实现实验教学过程，并可低成本进行探索性创新实验活动。虚拟仿真实验能减少实验动物的使用数量，提高动物福利，降低动物性疾病尤其是人兽共患病的传播风险，降低实验动物采购、饲养及使用管理的成本。与传统动物实验相比，虚拟仿真实验具有仿真性、参与性、安全性、重复性、无时间和地域限制等特点，可以使学生获得更加全面系统的训练，激发学生学习兴趣、提高实验教学效果、提升学生实践能力和创新能力。

1.3 虚拟仿真实验教学中心特色与创新

实验教学是动物科学、水产科学专业本科生教学的重要环节，在虚拟仿真实验教学中心建设过程中，对已有的优质教学资源和学术研究成果进行了整合，在实验对象、实验内容、实验平台等方面形成了鲜明的特色与创新。

1.3.1 特色

(1) 以动物科学、水产科学人才培养课程体系为主线，全链条综合设置实验项目

虚拟仿真实验教学中心立足学生的全面发展，利用科研优势，充分挖掘虚拟仿真实验资源，以动物科学、水产科学人才培养课程体系为主线，全链条综合考虑，弥补现实实验不具备条件的实验内容，提高现有实验表象的过程机理，补充不足，提高实践教学水平，提升实践教学效果。

(2) 突出重实践的人才培养理念

牢固树立“厚基础，强能力，重实践”的人才培养理念，紧紧围绕着学校提出的“突出产学研紧密结合办学特色，创办世界一流农业大学”的长远办学目标，加强实验教学的建设与管理，积极构建起立体型实践教学体系。虚拟仿真实验教学中心设置动物科学、水产科学专业动物生物技术、动物育种与繁殖、动物营养与饲料科学、动物生产和水产科学五大模块虚拟仿真平台，将先进的软件模拟与虚拟现实技术结合，增强了学生对抽象理论知识的理解，为掌握专业知识打下了坚实的基础。

1.3.2 创新点

(1) 突破了传统实验教学的时空制约，实现了实验教学的可视化与动态化

传统的动物科学、水产科学实验教学因实验条件限制，存在部分实验无法开展或开展效果不佳等问题。虚拟仿真实验项目即针对该问题而设置，紧紧围绕本科教学大纲，以提高本科教学质量为目标，从“可视化”、“动态化”的角度，利用先进的计算机虚拟技术和仿真软件、虚拟现实、仿真教具、多媒体、人机交互、数据库、网络通讯等现代化信息技术手段，使传统实验无法开展或开展效果不佳的实验得以实现，弥补了传统实验的缺陷，扩展了实验教学内容，提高了教学效果，开辟了动物科学、水产科学专业实验教学新途径。

(2) 突出了卓越动物科学、水产科学人才培养主线

虚拟仿真实验项目设置以卓越动物科学、水产科学人才培养计划与教学大纲为依据，紧紧围绕卓越动物科学、水产科学人才培养主线，着重建设动物生物技术、动物育种与繁殖、动物营养与饲料科学、动物生产和水产科学相关的实验内容，这些内容有助于进一步提升卓越动物科学、水产科学人才实践技能。

(3) 实现了科研、教学成果与实验教学有效衔接

实验教学内容的突破离不开中心人员教学科研成果，虚拟仿真实验设置项目内容包括实验项目所涉及的图片、视频、参数、模型均保证了实验科学性，在提高学生学习兴趣、开阔学生视野、拓宽知识结构、提升综合能力方面效果显著。

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
	20	6	600	2400

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）

虚拟仿真实验教学中心在前期建设和持续投入的基础上，通过自主研发、委托研发、联合攻关等形式，不断积累，利用先进工程软件和虚拟现实、多媒体交互、Web3D 等信息化技术结合，针对动物科学实验教学的特点，已建成集学习性、实验实践性、设计性和创新性等为一体的综合性虚拟仿真实验平台，已开设了 5 个平台下 36 套虚拟仿真实验教学项目，共涉及 6 个专业 20 门课程的虚拟仿真实验教学任务。一部分实验项目，在线下进行。具体实验项目详见表 1。

表 1 中心虚拟仿真实验教学项目一览表

序号	平台类型	虚拟仿真实验名称	涉及本科专业	涉及课程	功能
1	动物功能基因表达虚拟仿真模块	核酸提取与检测	动物科学、动物医学、生命科学	动物生物化学、分子生物学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
2		PCR 技术	动物科学、动物医学、生命科学	动物生物化学、分子生物学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
3		DNA 酶切与连接	动物科学、动物医学、生命科学	动物生物化学、分子生物学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
4		重组质粒转化与提	动物科学、动物医学、	动物生物化学、分子生物学	基础知识、基本理论的学习、理

		取	生命科学		解与掌握
5		原代细胞分离与培养	动物科学、动物医学、生命科学	分子生物学、细胞生物学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
6		细胞冻存与复苏	动物科学、动物医学、生命科学	分子生物学、细胞生物学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
7		细胞转染	动物科学、动物医学、生命科学	分子生物学、细胞生物学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
8		基因表达效果检测	动物科学、动物医学、生命科学	分子生物学、细胞生物学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
9	动物遗传育种与繁殖模块	有丝分裂	动物科学、水产科学、生物技术	动物遗传学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
10		减数分裂	动物科学、水产科学、生物技术	动物遗传学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
11		果蝇的性状观察	动物科学、水产科学、生物技术	动物遗传学、动物数量遗传学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
12		果蝇唾腺染色体	动物科学、水产科学、生物技术	动物遗传学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
13		家猪染色体核型分析	动物科学、生物技术	动物遗传学、猪生产学、动物育种学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
14		假阴道法采精技术	动物科学、生物技术	动物繁殖学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
15		精液的稀释技术	动物科学、生物技术	动物繁殖学、牛生产学、禽生产学、羊生产学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
16		精子活率评定技术	动物科学、生物技术	动物繁殖学、牛生产学、禽生产学、羊生产学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
17		母牛的发情特征及鉴定	动物科学、生物技术	动物繁殖学、牛生产学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握

18		母牛的同 期发情技 术	动物科学、 生物技术	动物繁殖学、牛生 产学	基础知识、基本 理论的学习、理 解与掌握
19		母牛的输 精技术	动物科学、 生物技术	动物繁殖学、牛生 产学	基础知识、基本 理论的学习、理 解与掌握
20		胚胎收集 及质量评 价	动物科学、 生物技术	动物繁殖学	基础知识、基本 理论的学习、理 解与掌握
21		胚胎移植 技术	动物科学、 生物技术	动物繁殖学	基础知识、基本 理论的学习、理 解与掌握
22	饲料加 工设备 及工艺 虚拟仿 真实验	饲料接收 设备及工 艺流程	动物科学、 水产科学、 草业科学	饲料加工工艺学、 饲料学、动物营养 与饲料学、水产动 物营养与饲料学	基础知识、综合 能力、模拟演示
23		饲料储运 设备及工 艺流程	动物科学、 水产科学、 草业科学	饲料加工工艺学、 饲料学、动物营养 与饲料学、饲料卫 生学、水产动物营 养与饲料学	基础知识、综合 能力、模拟演示
24		饲料清理 设备及工 艺流程	动物科学、 水产科学、 草业科学	饲料加工工艺学、 饲料学、动物营养 与饲料学、水产动 物营养与饲料学	基础知识、综合 能力、模拟演示
25		饲料粉碎 设备及工 艺流程	动物科学、 水产科学、 草业科学	饲料加工工艺学、 饲料学、动物营养 与饲料学、水产动 物营养与饲料学	基础知识、综合 能力、模拟演示
26		饲料混合 设备及工 艺流程	动物科学、 水产科学、 草业科学	饲料加工工艺学、 饲料学、动物营养 与饲料学、饲料添 加剂学、水产动物 营养与饲料学	基础知识、综合 能力、模拟演示
27		饲料质粒 设备及工 艺流程	动物科学、 水产科学、 草业科学	饲料加工工艺学、 饲料学、动物营养 与饲料学、水产动 物营养与饲料学	基础知识、综合 能力、模拟演示

28	高档牛肉生产综合仿真实训	选择合适的肉牛品种	动物科学、生命科学、食品工程等	牛生产学、动物育种学、动物繁殖学、动物遗传学、动物生产学	认知演示；综合设计，模拟演示
29		制定肉牛育肥方案	动物科学、生命科学、食品工程等	牛生产学、动物育种学、动物繁殖学、动物遗传学、动物生产学	认知演示；综合设计，模拟演示
30		评定牛肉等级	动物科学、生命科学、食品工程等	牛生产学、动物育种学、动物繁殖学、动物遗传学、动物生产学	认知演示；综合设计，模拟演示
31	水产动物病害学实验虚拟仿真实验模块	鱼病诊断的基本步骤与方法	水产养殖学	水产动物病害学实验、鱼类增养殖学	综合能力、创新能力的培养与提高
32		病原菌的分离、纯化与培养	水产养殖学	水产动物病害学实验	综合能力、创新能力的培养与提高
33		细菌分子生物学鉴定	水产养殖学	水产动物病害学实验、水产微生物学、水环境化学	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
34		病原菌的回归感染实验	水产养殖学	水产动物病害学实验	基础知识、基本理论的学习、理解与掌握
35		鱼类寄生虫病诊断	水产养殖学	水产动物病害学实验、水生生物学	综合能力、创新能力的培养与提高
36		药物对鱼类的急性毒性实验	水产养殖学	水产动物病害学实验	综合能力、创新能力的培养与提高

2.2.1 动物功能基因表达虚拟仿真实验模块

动物功能基因表达虚拟仿真实验模块内容包括核酸提取与检测，PCR技术，DNA酶切与连接，重组质粒转化与提取，原代细胞分离与培养，细胞冻存与复苏，细胞转染，表达效果检测八个虚拟仿真项目。本模块从动物功能基因出发，设计引物通过PCR技术实现目的基因扩增，经酶切连接后获得重组载体，利用细胞转染技术实现功能基因在离体培养的原代细胞中表达。通过本模块，学生将全方面

了解整个动物功能基因表达实验的操作流程及注意事项,并高效完成该流程的实践操作。

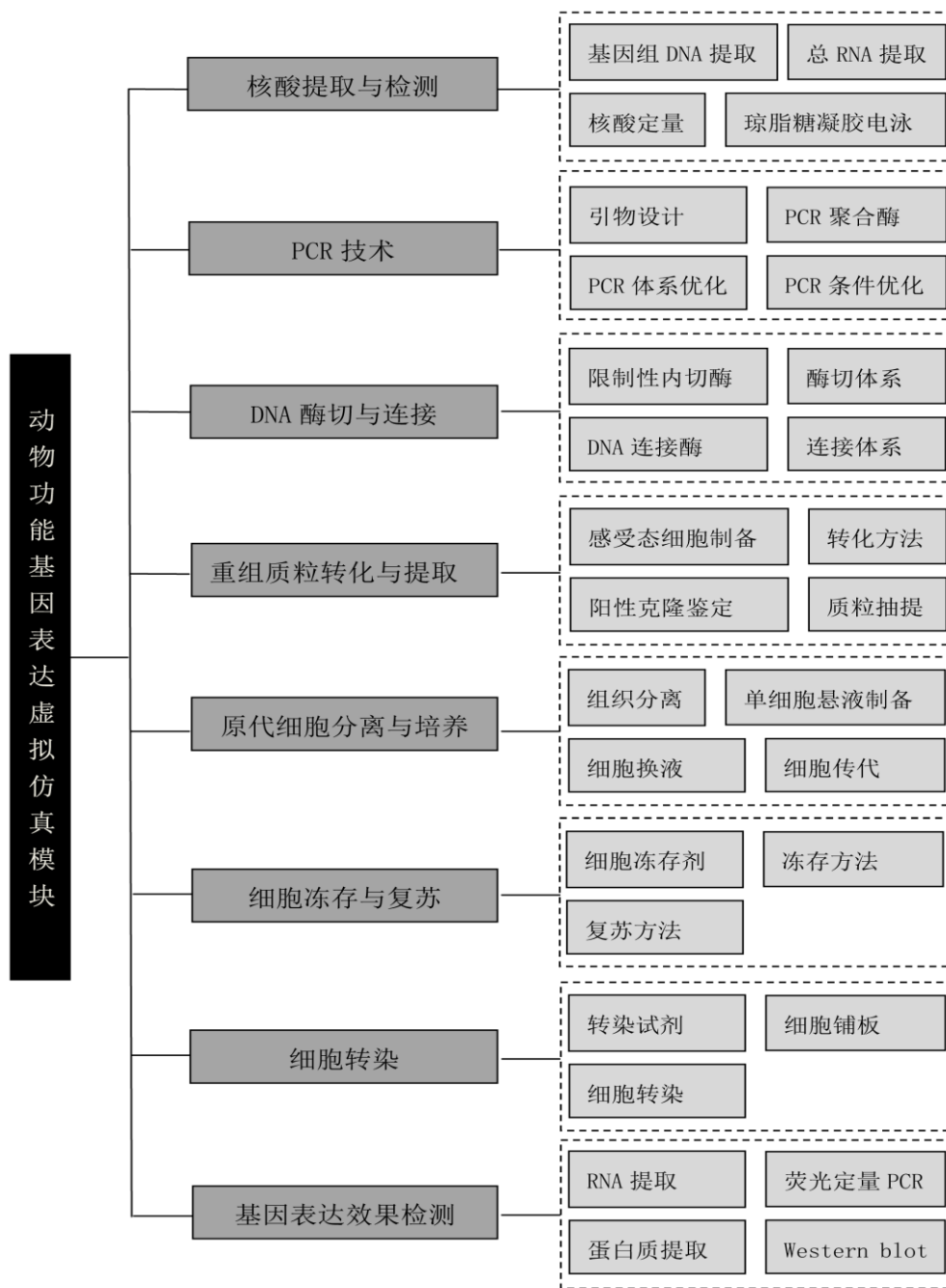


图 1-1 动物功能基因表达虚拟仿真模块



图 1-2 动物功能基因表达 VR 模块设置

(1) 核酸提取与检测

核酸是动物体内具有重要生物化学功能的生物大分子，分为脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）两大类，其中 DNA 是遗传信息的携带者，与动物体的生长，繁殖，遗传和变异有密切的关系，RNA 参与蛋白质的生物合成过程。通过本实验，学生将掌握动物体基因组 DNA 与组织总 RNA 的提取方法和检测技术。利用 VR 虚拟平台，学生可以操作动物体组织分离，细胞破碎，离心沉淀，核酸纯化，核酸电泳，紫外吸收定量等实验步骤，比较和分析基因组 DNA 与组织总 RNA 的提取方法和检测技术的相同点和不同点。

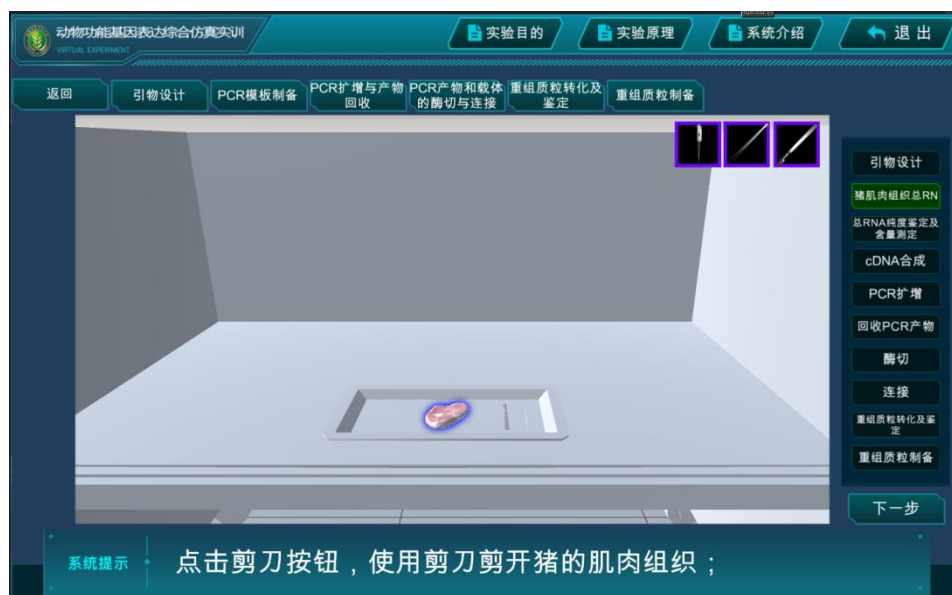


图 1-3 肌肉组织分离与取样



图 1-4 样品离心操作

(2) PCR 技术

聚合酶链式反应 (PCR) 技术是一种用于体外扩增特定的 DNA 片段分子生物学技术。PCR 技术主要过程是通过人工合成的一小段单链 DNA 片段与模板 DNA 特定的区域特异性结合，进而以四种 dNTP 为底物，通过 DNA 聚合酶沿着引物和模板形成的双链部分的 3' 端聚合形成 DNA 片段实现 DNA 体外扩增的过程。通过实验，学生将全面掌握 PCR 技术的原理和方法。利用 VR 虚拟平台，学生可以操作引物设计，PCR 体系构建，PCR 程序设置，PCR 产物电泳检测和 PCR 产物回收等实验步骤，系统分析目的基因扩增引物设计的原则，提高 PCR 扩增效率的因素。

	Rating	Seq No	Length	Tm [°C]	GC%	ΔG [kcal/mol]	Activity [μg/100]	Degeneracy	Ta Opt [°C]
Sense	72	205	18	42.8	33.3	-30.0	29.5	1	--
Anti-sense	93	463	18	47.0	38.9	-32.2	31.3	1	--
Product	75	--	259	73.6	13.5	--	--	--	39.4

图 1-5 引物设计



图 1-6 PCR 产物回收

(3) DNA 酶切和连接

利用限制性内切酶切割 DNA 和利用 DNA 连接酶连接 DNA 是 DNA 重组过程中的关键步骤之一。成功的酶切和有效的连接为后续目的基因进入宿主细胞进行表达提供了有效的实验材料。通过本实验，学生将全面掌握 DNA 酶切和 DNA 连接技术的原理和方法。利用 VR 虚拟平台，学生可以操作学习限制性内切酶的种类和选择，载体的种类和选择，酶切体系的建立，DNA 连接酶选择，连接体系的建立等实验步骤，全面掌握限制性内切酶和 DNA 连接酶的作用特点和操作方法。

(4) 重组质粒转化和提取



图 1-7 质粒提取

经酶切连接而成的重组载体需转化大肠杆菌细胞，筛选阳性单菌落后大量扩繁，利用碱裂解法大量制备重组质粒，为后续细胞转染提供实验材料。通过本实验，学生将全面掌握重组质粒转化和筛选，重组质粒提取的原理和方法。利用 VR 虚拟平台，学生可以操作大肠杆菌感受态细胞的制备，细胞转化的方法和选择，阳性单菌落的鉴定，质粒大量制备等实验步骤，系统掌握 CaCl₂ 法细菌转化技术，蓝白斑筛选阳性重组质粒单菌落，碱裂解法提取质粒 DNA 的原理和方法。

(5) 原代细胞分离与培养

细胞培养是模拟机体内生理条件，将细胞从机体中取出，在人工条件下使其生存、生长、繁殖和传代，进行细胞生命过程、细胞癌变、细胞工程等问题的研究。由体内直接取出组织或细胞进行培养叫原代培养。原代培养细胞离体时间短，性状与体内细胞更相似，在一定程度上可以反映体内状态。通过本实验，学生将掌握原代细胞分离，培养和鉴定的基本方法。利用 VR 虚拟平台，学生可以学习并操作组织分离，细胞悬液制备，原代细胞纯化，换液，原代细胞鉴定等实验步骤，系统掌握细胞培养无菌操作技术，原代细胞分离和培养的操作要点，以及细胞类型的鉴定技术。

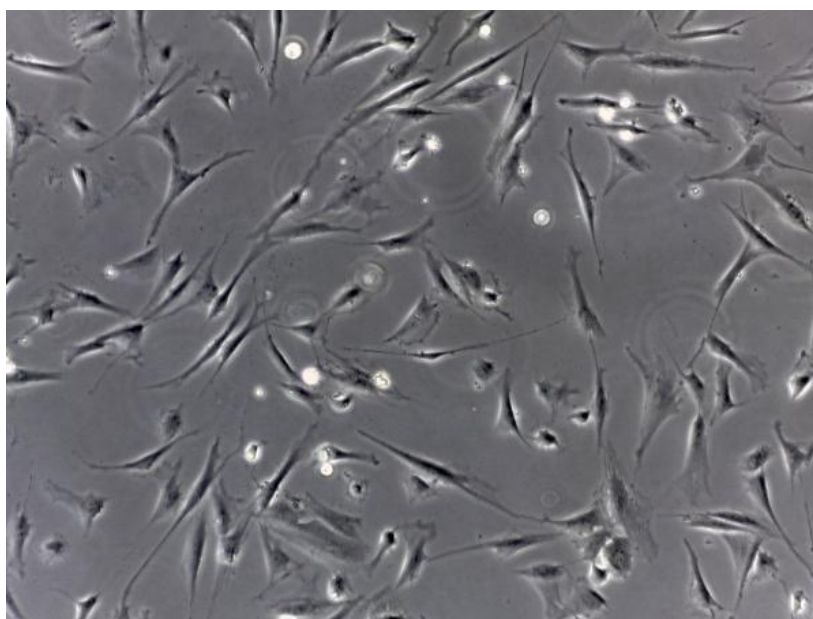


图 1-8 原代细胞细胞培养

(6) 细胞冻存与复苏

细胞冻存与细胞复苏实验是细胞培养的常规操作过程。细胞冻存与细胞传代保存相比，可以减少人力，经费，减少污染，减少细胞生物学特性变化。细胞冻存及复苏的基本原则是慢冻快融，可以最大限度的保存细胞活力。通过本实验，学生将掌握细胞冻存和细胞复苏的基本方法。利用 VR 虚拟平台，学生可以学习细胞冻存剂类型，操作细胞冻存，细胞复苏，细胞传代等实验步骤。



图 1-9 细胞复苏



图 1-10 细胞传代

(7) 细胞转染

转染是将外源性基因导入细胞内的一种专门技术。随着基因与蛋白功能研究的深入，转染目前已成为实验室工作中经常涉及的基本方法。转染大致可分为物理介导、化学介导和生物介导三类途径。电穿孔法、显微注射和基因枪属于通过物理方法将基因导入细胞的范例；化学介导方法很多，如经典的磷酸钙共沉淀法、脂质体转染方法、和多种阳离子物质介导的技术；生物介导方法，常见的有各种病毒介导的转染技术。通过本实验，学生将掌握细胞转染的基本原理和方法。利用 VR 虚拟平台，学生可以学习和比较不同细胞转染方法的原理和特点，操作脂质体和病毒介导的细胞转染基本过程。

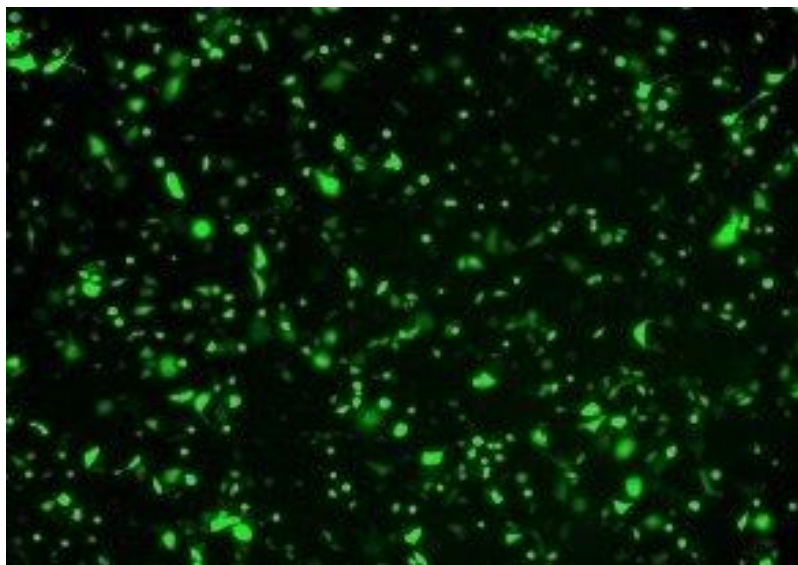


图 1-11 细胞转染

(8) 基因表达效果检测

荧光定量 PCR 技术和 Western blot 技术常用于核酸水平和蛋白质水平检测目的基因的表达情况。荧光定量 PCR 通过荧光染料或荧光标记的特异性的探针，对 PCR 产物进行标记跟踪，实在线监控反应过程，结合相应的软件可以对产物进行分析，计算待测样品模板的初始浓度。Western blot 技术首先将 PAGE 电泳分离后的细胞或组织总蛋白质从凝胶转移到固相支持物 NC 膜或 PVDF 膜上，然后用特异性抗体检测某特定抗原，再与酶或同位素标记的第二抗体起反应，经过底物显色或放射自显影以检测特异性目的基因表达的蛋白成分。通过本实验，学生将掌握核酸水平和蛋白质水平检测目的基因表达的方法。利用 VR 虚拟平台，学生可以学习荧光定量 PCR 和 Western blot 技术的原理，操作细胞 RNA 的提取，逆转录，荧光定量 PCR 体系搭建，细胞总蛋白提取，SDS-PAGE，转膜，孵育，显色等实验过程，掌握荧光定量 PCR 和 Western blot 技术从核酸水平和蛋白质水平检测目的基因表达的原理和方法。

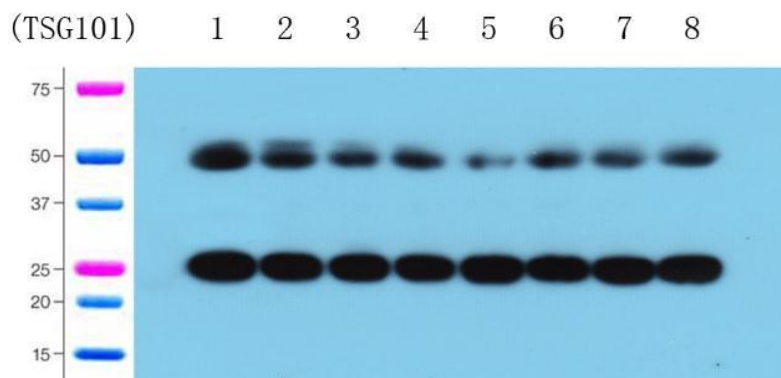


图 1-12 蛋白质表达分析

2.2.2 动物遗传与繁殖虚拟仿真实验模块

通过 VR 虚拟现实学习系统，拓展学生对动物繁殖技术基本理论的掌握；以牛为实验模型，通过对牛制作可视化的 3D 模型构建，使学生能够近距离观察牛的生殖系统，了解各部位的功能；以虚拟牛为载体实际操作人工授精技术及胚胎移植技术，使学生全方面了解整个技术操作流程及注意事项，便于掌握生产实践中牛主要繁殖技术。通过以牛为模型的模拟操作，使学生更容易接受和掌握动物繁殖的主要繁殖技术；通过对牛实施人工授精、胚胎移植等技术的实际操作，使学生掌握该技术在生产实践中应用的基本要求好的要领，认识动物繁殖技术的重要性，促使理论与实践的有机结合，提升学生学习的积极性。

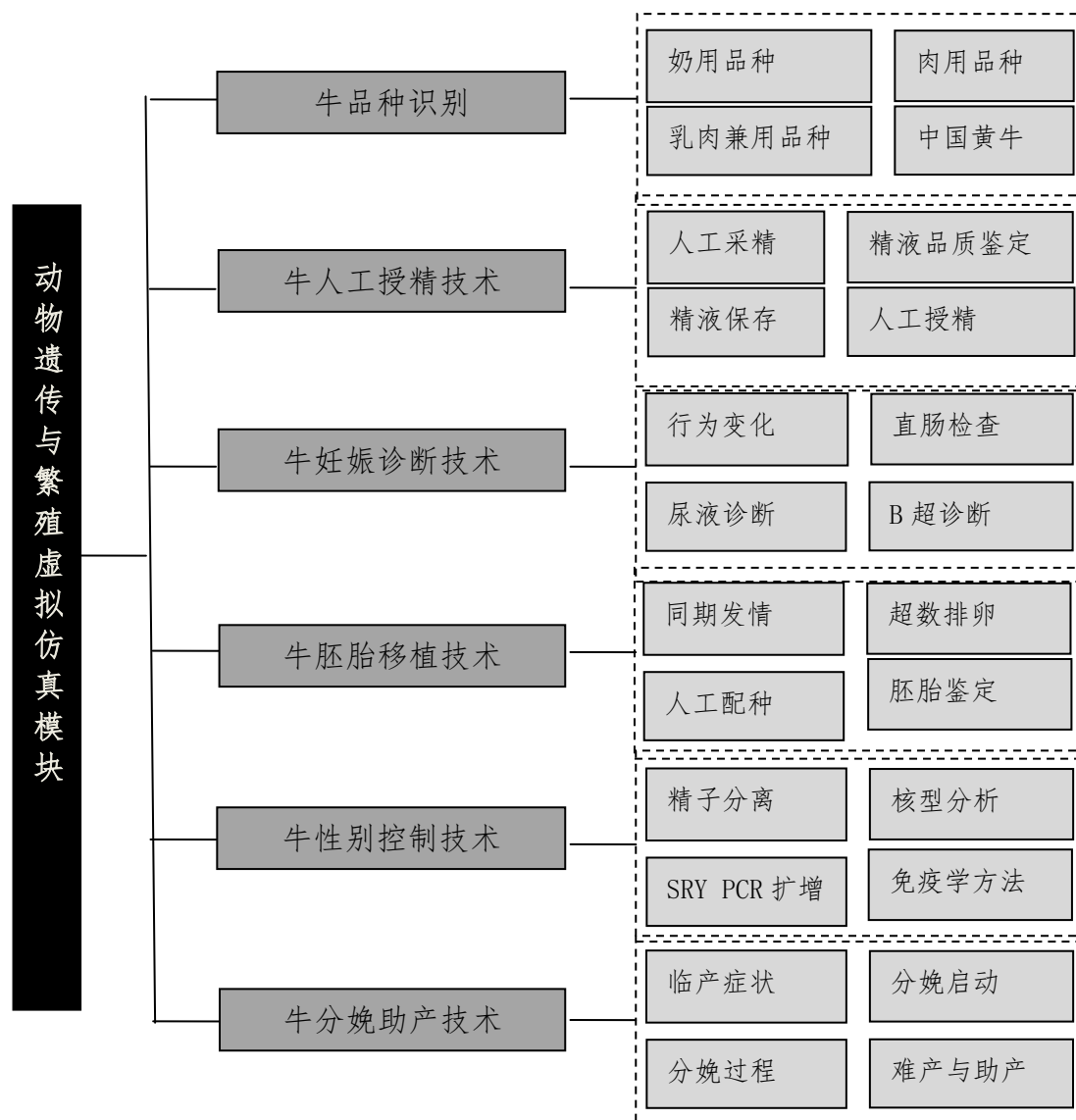


图 2-1 动物遗传育种与繁殖虚拟仿真模块

(1) 有丝分裂

动物与植物的有丝分裂过程，其染色体行为是相同的，因此，从动物材料中观察的结果与植物中的结果是基本相同的。一般来说，只要是能够进行细胞分裂的动、植物组织或是单个细胞，如动物的骨髓、外周血细胞，如植物的顶端分生组织(根尖和茎尖)、居间分生组织(禾本科植物的幼茎及叶壳)、愈伤组织和胚乳、萌发的花粉管等，在这些组织内不断进行着细胞分裂，都可以作为观察染色体的材料。在本次实验中，我们将选用植物材料观察细胞的有丝分裂过程，因为其取材相对容易。只要我们适时取材，并加以固定、离析、染色等处理后制成染色体玻片标本，即可利用显微镜对有丝分裂和染色体进行观察，这是细胞遗传学中最基本和常用的方法，在物种亲缘关系鉴定、染色体变异、杂种分析等工作中有着广泛的用途。

(2) 减数分裂

生物体通过有丝分裂使细胞数目增多，分裂后的子细胞得到了遗传组分相同的染色体。减数分裂是有性生殖的生物在形成配子过程中所进行的一种特殊形式的细胞分裂，通过减数分裂使得生物体产生的配子染色体数目减为体细胞的一半，称作单倍体(haploid)细胞。这样再通过雌、雄配子的结合又可以在后代细胞中恢复正常的染色体数目，从而保持了物种的稳定性。同时，由于同源染色体在染色体配对过程中发生了非姊妹染色体的片段交换，从而为后代遗传的多样性表现提供了物质基础。在高等植物的雄蕊和雌蕊中，花药及胚珠中的某些细胞分化为小孢子母细胞和大孢子母细胞，它们经过减数分裂分别形成4个小孢子和1个大孢子。在动物的精巢和卵巢组织中有些细胞经过生长、分化为精母细胞和卵母细胞，它们经过减数分裂分别形成4个精细胞和1个卵细胞。

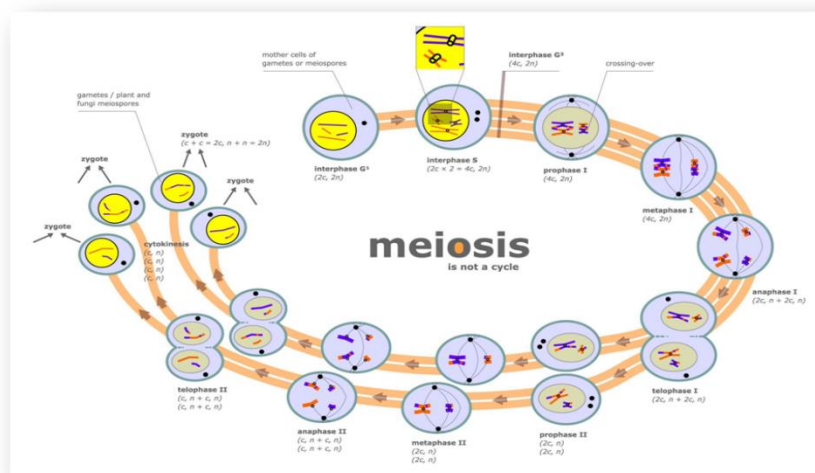


图 2-2 减数分裂过程

在适宜时期采集动、植物有性组织，如花药和胚珠，精巢和卵巢，经杀死固

定, 然后进行压片、染色等处理, 就可以在显微镜下观察其减数分裂的各个时期。

(3) 果蝇的性状观察

了解果蝇生活史及各期特征, 掌握用肉眼(或借助放大镜)区别雌雄果蝇成虫及几种主要性状常见突变型的方法, 初步了解实验室饲养果蝇的常识和所用器械。普通果蝇在分类上属昆虫纲、双翅目、果蝇科、果蝇属。全球均有分布, 现已发现 3000 多种。遗传学研究通常用黑腹果蝇。它作为遗传学研究材料具有以下几个优点: 饲养简单, 凡能在室内发酵的东西都可以作为饲料。生活周期短, 繁殖快。在 25℃ 时由卵到成虫只需 10 天左右, 并且易于获得较大的后代群体。一对果蝇交配后可以产卵 400~500, 甚至上千个。染色体数目少 ($2n=8$)。第 I 对染色体为性染色体。第 II、III 对染色体是两对近等臂染色体。第 IV 对染色体是颗粒状染色体。



图 2-3 果蝇的性梳

(4) 果蝇唾腺染色体

唾腺染色体是一类存在于双翅目昆虫的幼虫唾液腺内的巨大染色体, 果蝇的唾腺染色体是典型的巨大染色体, 它的巨大性的成因是核内有丝分裂造成的。由于其染色体 DNA 经过多次复制 (可达 210~215 次), 但并未发生细胞核分裂, 同时唾腺细胞中的染色体总是处在配对状态即体细胞联会, 重复复制后的染色线聚集在一起, 所以在显微镜下看到唾腺染色体要比一般的染色体大得多 (可以达到 $5\mu\text{m}$ 宽, $400\mu\text{m}$ 长, 是一般中期染色体的 100~150 倍), 又称多线染色体。研究表明, 对一种果蝇来说, 带纹的宽窄、数目、位置等特征是恒定的。通过细胞遗传学的研究已经证明多线染色体的带纹与某些特定的基因相联系。由于它的巨大性及其染色体上带纹清晰可数, 因此巨大染色体是遗传学上研究染色体形态结构及染色体畸变的好材料。

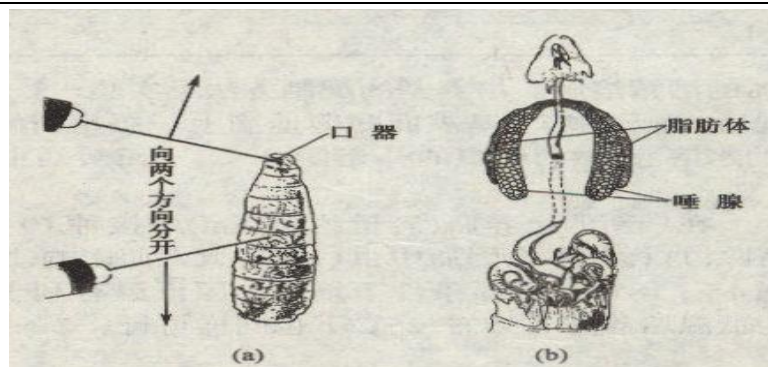


图 2-4 (a) 果蝇三龄幼虫中剥取唾液腺的操作方法
(b) 解剖产物中唾腺的位置及形态特征

(5) 家猪染色体核型分析

通过细胞培养来观察一个个体的染色体数目，形态变化，并对其进行分组，以鉴定被检家畜染色体有无异常，这种方法称为核型分析。其作法是在显微镜下，选择分散好而清晰的分裂相细胞，显微镜摄影、放大照片、剪贴。家猪二倍体细胞染色体数为 38 条，其中 36 条为常染色体，配成 18 对同源染色体，另一对为性染色体，雌性为 XX 型，雄性为 XY 型。

染色体分组：参照第一届国际家养动物分带核型标准化会议 (Reading 会议, 1976) 提出的家猪染色体核型标准，并根据染色体的测量数值 (染色体相对长度、臂比指数) 将猪的染色体分为 A、B、C、D 4 组，然后在每组内按染色体的相对长度由长到短顺序依次递减排列，分别标以 1—18 的标号，性染色体不编号，以 X、Y 表示 (附图)，现将各组染色体的特征简述如下：

A 组：第 1—5 对染色体，该组属于亚中着丝点染色体 (Sm)，其中第一对染色体是整个染色体组中最长的一对，极易识别。

B 组：第 6—7 对染色体，为亚端部着丝点染色体 (St)。其形态易于识别。

C 组：第 8—12 对染色体，其中第 8、10 对染色体短臂靠着丝点处有次缢痕，属于中部着丝点染色体 (M)。

D 组：第 13—18 对染色体，为端部着丝点染色体 (T)。其中第 13 对染色体的相对长度仅次于第 1 对染色体而列于第二。

X 染色体，为中部着丝点染色体，其大小和形态与第 1 对染色体近似。属于 C 组。

Y 染色体：为整个染色体组中最小的一个中着丝点染色体，故亦属于 C 组。

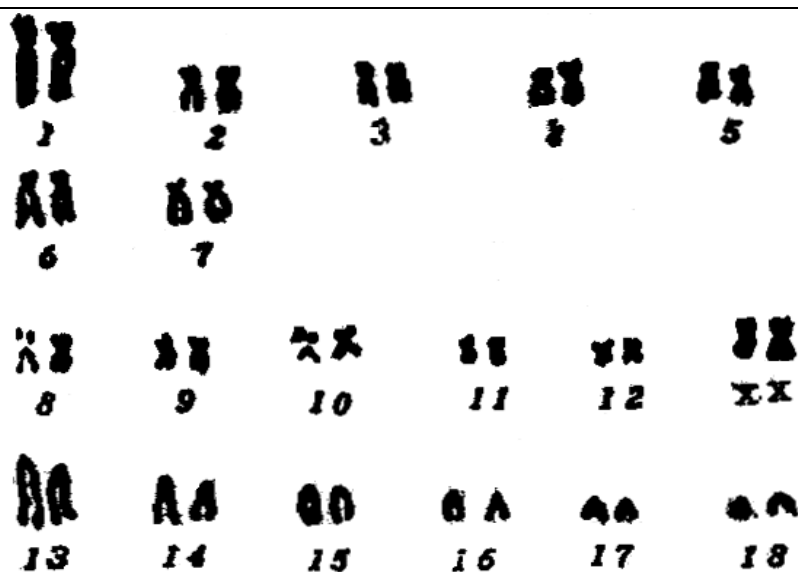


图 2-5 猪核型式 38, XX



图 2-6 牛繁殖技术综合繁殖实训概况

(6) 牛品种识别

牛是人类社会进行农业生产的重要家畜资源之一。现代牛的生产类型主要分为乳用品种，肉用品种和兼用品种。通过本项目学生将掌握世界上主要的乳用，肉用和兼用现代牛品种的特点和价值，以及掌握中国特色黄牛品种的特点。



图 2-7 奶牛品种介绍



图 2-8 肉牛品种介绍

(7) 牛人工授精技术

人工授精是指用特定的器械采集公畜的精液，通过检查，稀释，保存等适当处理后，再用器械把精液输入发情母畜的生殖道内，以代替公母畜自然交配而繁殖后代的一种繁殖技术。家畜人工授精技术是当今畜牧业生产中的一次重大新技术革命，是提高良种家畜利用效率的效途径。通过本项目学生将掌握人工采精，精液品质鉴定，精液保存，母畜发情鉴定，人工输精等技术的原理和操作方法。

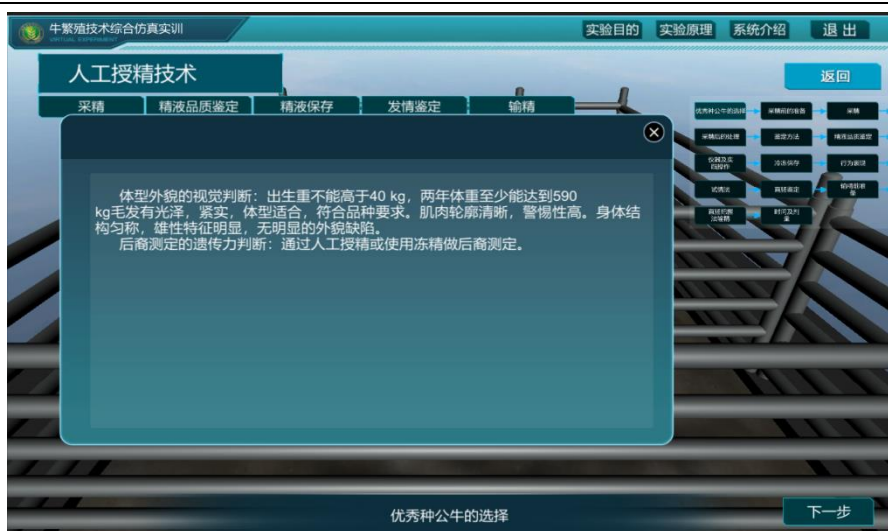


图 2-9 优秀种公牛的选择



图 2-10 假阴道安装



图 2-11 人工授精技术



图 2-12 输精前的准备

(8) 牛妊娠诊断技术

家畜的早期妊娠诊断是提高家畜繁殖效率和提交畜牧业生产效益的重要技术措施。家畜配种后，应尽早地进行妊娠诊断，对于减少空怀，增加畜产品和有效实施动物生产都具有重要意义。通过本项目学生将了解和掌握牛妊娠阶段行为变化，以及直肠检查法，阴道检查法，子宫颈粘液诊断法，尿液诊断法和 B 超诊断法等常用妊娠诊断技术的原理和方法。



图 2-13 直肠鉴定技术



图 2-14 直肠把握法输精技术



图 2-15 妊娠诊断技术

(9) 牛胚胎移植技术

动物胚胎移植是指将家畜的受精卵或发育数日的胚胎，从某一个体（供体）移植到同种动物的另一个体（受体），使之继续发育的技术。胚胎移植技术的应用可以加速家畜改良的进度，加快优良品种的繁殖和新品种的培育，具有广阔的经济价值。通过本项目学生将了解并掌握牛同期发情，超数排卵，人工授精和胚胎采集鉴定等技术的原理和操作方法。



图 2-16 胚胎采集技术

(10) 牛的性别控制技术

动物的性别控制技术是通过动物的正常生殖过程进行人为干预，使成年雌性动物产出人们期望性别后代的一门生物技术。性别控制技术在畜牧生产中意义重大。首先，通过控制后代的性别比例，可充分发挥受性别限制的生产性状(如泌乳)和受性别影响的生产性状(如生长速度、肉质等)的最大经济效益。其次，控制后代的性别比例可增加选种强度，加快育种进程。通过本项目学生将掌握精子分离鉴定，核型分析，SRY 基因的 PCR 扩增和免疫学方法等常用的性别控制技术的原理和方法。



图 2-17 性别鉴定技术

2.2.3 饲料加工设备及工艺虚拟仿真实验模块

本模块采用开放是自主学习与实践相结合的方式，可随时查询实验内容，利于提高学习的目的性。采用虚拟准现场环境，饲料厂劳动保护和作业规程严格执行技术标准，利于提高学生的职业代入感。

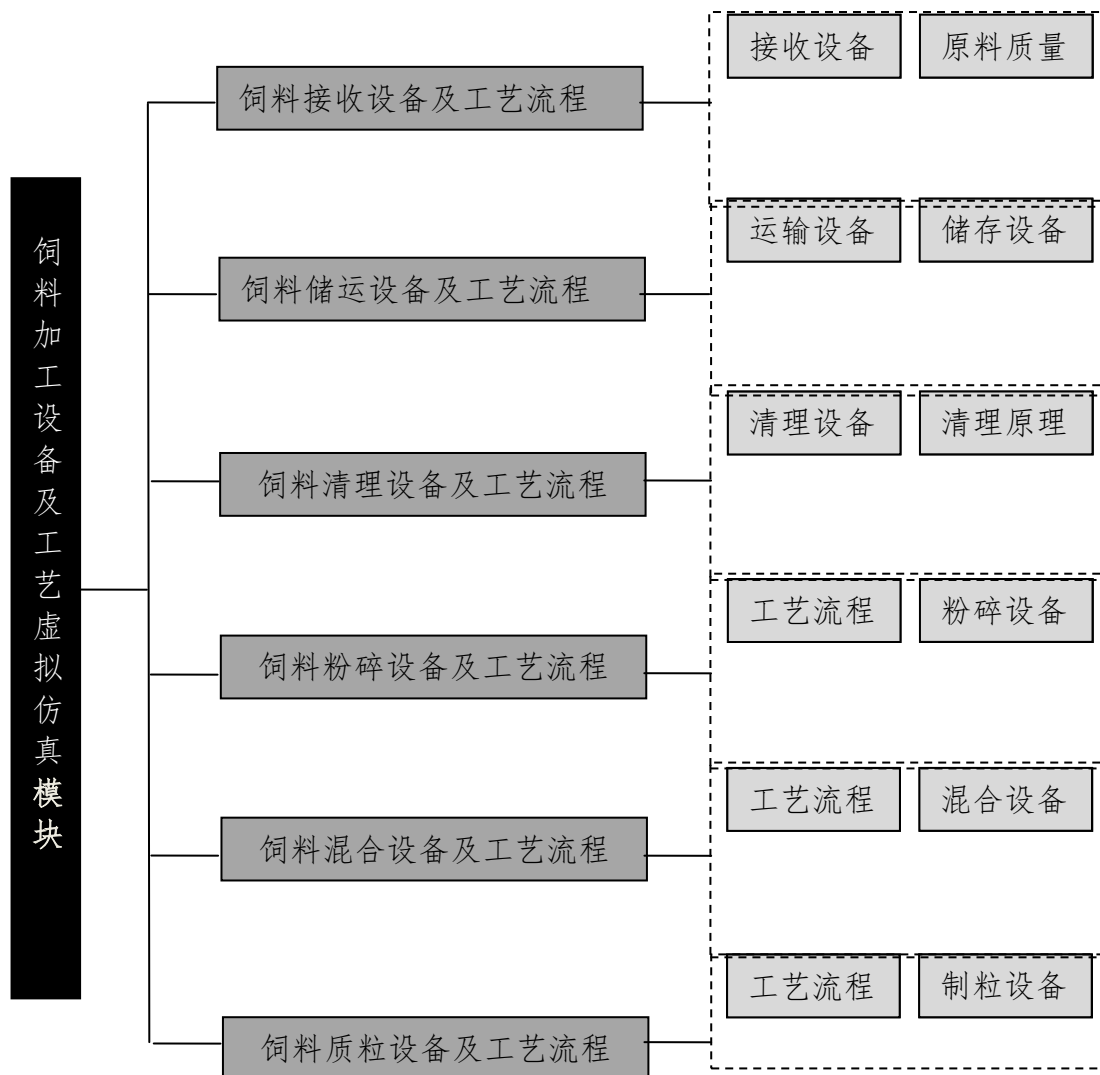


图 3-1 饲料加工设备及工艺虚拟仿真模块

学生通过电脑或手机 APP 登录饲料加工设备及工艺虚拟仿真实验系统,在教学资料中获取不同设备的主要结构、工作方式、主要参数、工艺流程组成等资料进行学习。学生选择进入不同设备和工段虚拟场景,在场景中选择不同类型设备,按照系统提示全方位多角度观察设备组成、结构及设备运行情况,根据观察结果完成测试题,答题结果自动输出,由系统评分;每位实习的学生写出实习总结,提交实验报告,获得成绩。



图 3-2 饲料厂概况

(1) 饲料原料接收

饲料原料的接收是饲料厂物流管理的第一个重要环节,原料在接收环节的运转效率直接影响饲料生产全过程的物流运转。进行虚拟操作是要考虑下列因素:①接收饲料原料的种类;②饲料原料的类型和特性;③每天进厂并接收饲料原料的数量;④饲料原料的运输方式和运输规模;⑤饲料原料从定货到交货的时间间隔;⑥原料的预计用量等。

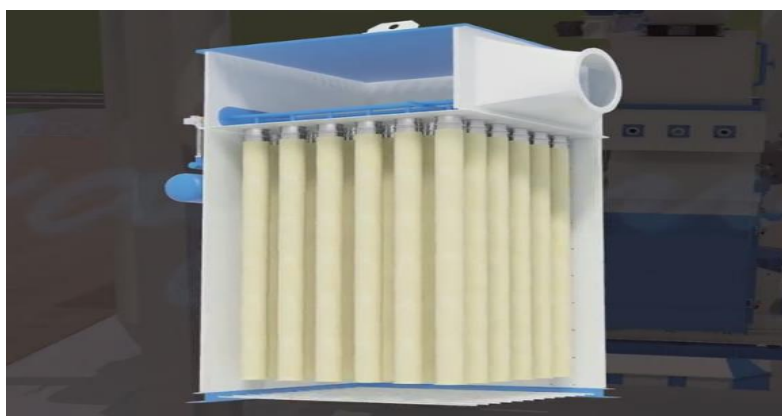


图 3-3 饲料通风除尘设备

(2) 原料输送

原料从进厂开始,就需用各种输送设备来完成原料储存,原料在各工序之间有序流动,直至成品输送出厂。饲料厂常用输送设备有螺旋输送机、带式输送机、刮板输送机、斗式提升机、气力输送设备及各种阀门、管路和分配器等。虚拟操作要求学生根据原料种类、生产目的及设备特点正确选择和使用输送设备。

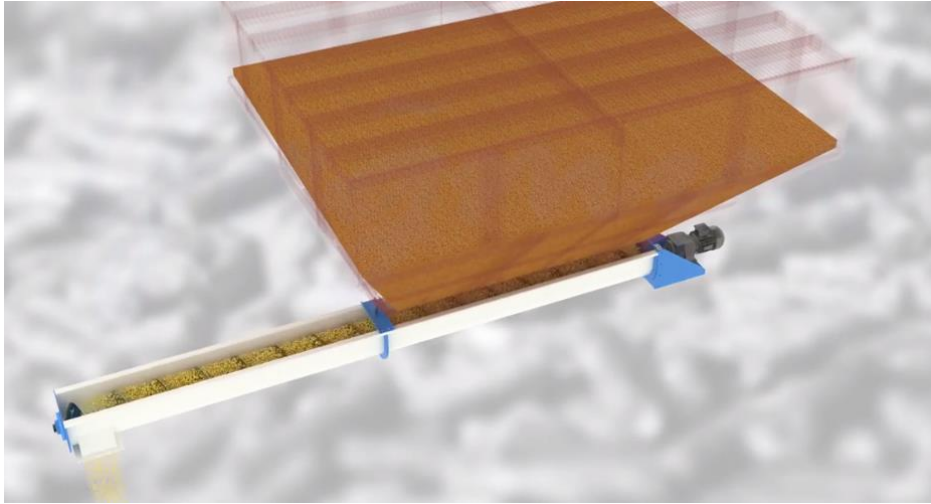


图 3-4 饲料原料的运输

(3) 饲料原料清理

饲料原料接收系统中安装磁选装置对保证设备安全运行至关重要。饲料厂接收原料时可用的磁选装置种类繁多，其中主要的磁选器，包括永磁板、驼峰式和圆筒式永磁铁、栅格式永磁铁，电磁铁和永磁滚筒。

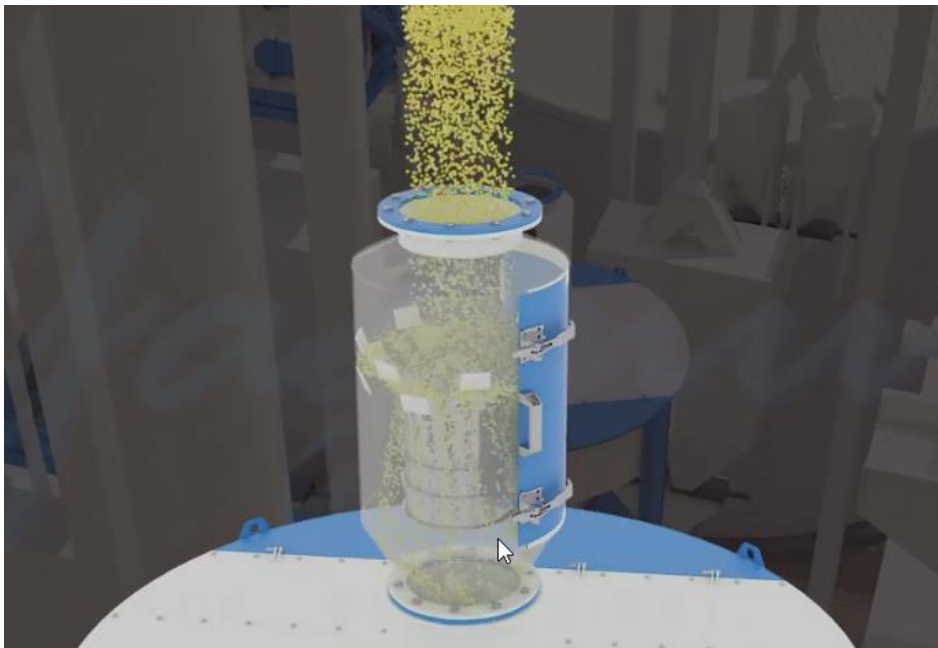


图 3-5 饲料原料的清理

(4) 饲料储藏

饲料原料在储存期间要求积存到厂内固定的设施内，并采取有效的储藏技术避免饲料变质、产品损失和生物的危害，实现饲料原料保质保量的成功储存。在虚拟操作时注意储藏条件包括水分、储藏温度、异物杂质、昆虫和霉菌，以及储藏设施条件等。



图 3-6 圆筒仓饲料储藏

(5) 饲料原料粉碎

饲料粉碎对饲料的消化和动物的生产性能有明显影响,对饲料的加工过程与产品质量也有重要影响。粉碎工段虚拟操作要注意如何合理选用先进的粉碎设备、设计最佳工艺参数。



图 3-7 饲料原料粉碎

(6) 饲料混合

饲料混合的主要目的是将按配方的比例要求配制的各种饲料原料组分混合均匀,是确保配合饲料质量和提高饲料报酬的重要环节。混合工段虚拟操作要学习 5 种混合方式、如何合理选用混合设备,混合质量检测等(混合均匀度及混合速度)。

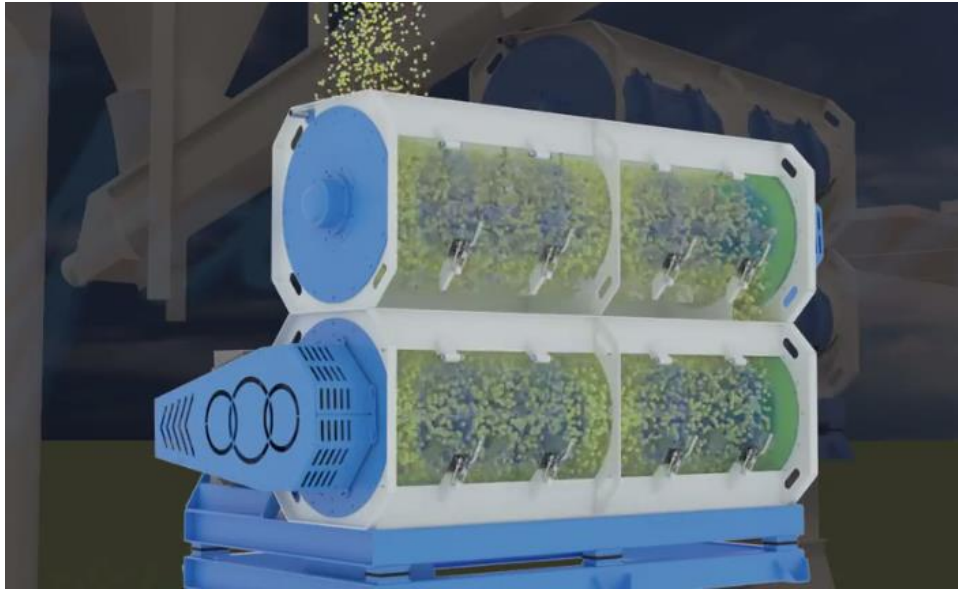


图 3-8 饲料混合

(7) 饲料调制

调质就是对饲料进行水热处理，使物料软化，淀粉糊化，蛋白质变性，提高压制颗粒的质量和效果，并改善饲料的适口性，提高其消化吸收率。调制工段虚拟操作主要涉及设备选择、蒸汽供给、调制时间等。

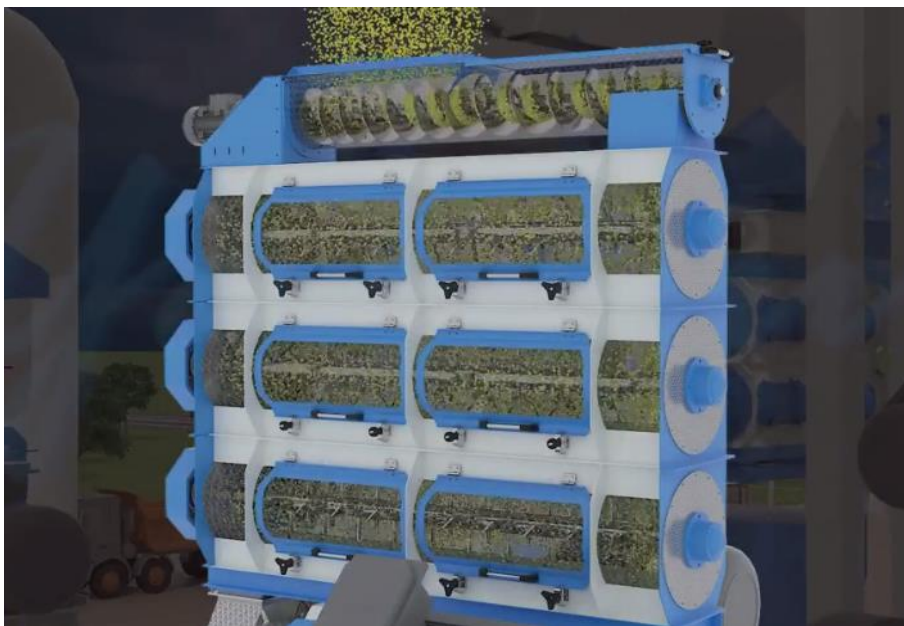


图 3-9 饲料质粒调制

(8) 饲料制粒

制粒顾名思义是将粉状配合饲料或单一原料(米糠、牧草等)经挤压作用而形成颗粒饲料的过程。制粒工段虚拟操作主要包括制粒设备选择、制粒过程观察、制粒质量指标检测(粉化率、硬度、耐水性)等。



图 3-10 饲料制粒

(9) 饲料制粒后处理

饲料制粒后处理主要包括冷却、破碎和颗粒分级等，学习设备工作原理，观察设备工作过程。

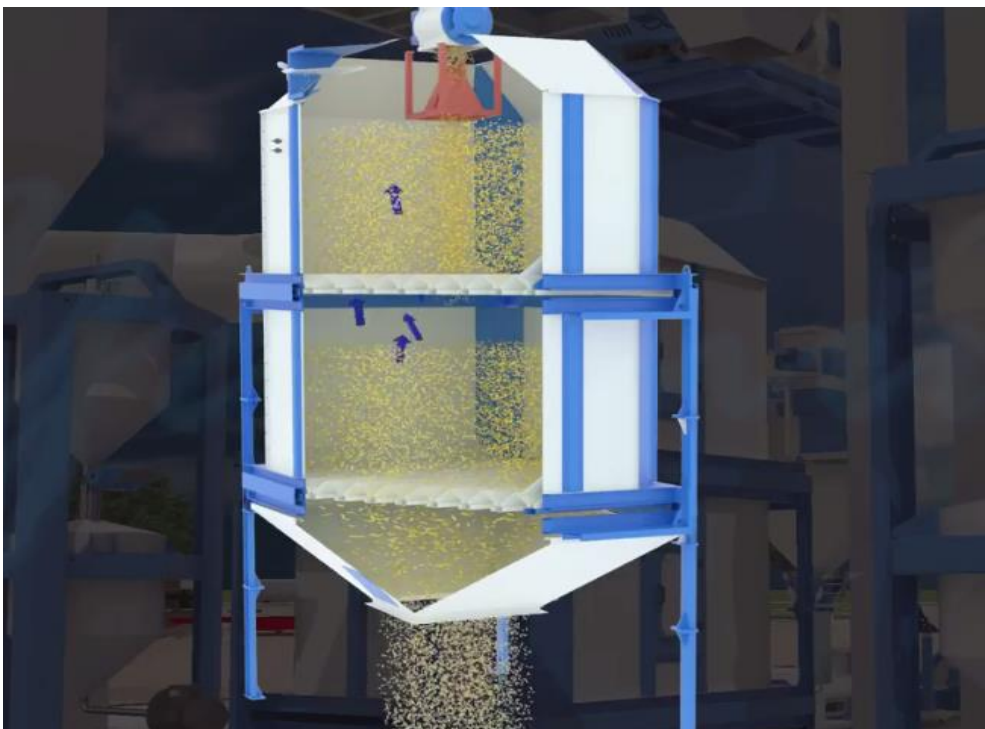


图 3-11 饲料质粒后冷却



图 3-12 饲料颗粒分级

(10) 饲料打包

对饲料包装可以保证饲料的品质和安全，从而方便用户使用。同时还可突出饲料产品的外表、标志和品牌，提高饲料产品的商品价值，进而提高利润率。通过虚拟操作学习饲料打包工段工艺流程，观看打包自动化设备 FLASH。



图 3-13 饲料打包

2.2.4 高档牛肉生产综合虚拟仿真试验模块

高档牛肉生产是牛生产学课程的核心知识点和紧密联系生产时间的关键技

术，具有生产周期长、成本高、体征变化微效不易观察等特点，传统教学方式很难系统形象的跟踪高档牛肉生产的全过程，通过 VR 虚拟现实学习系统，拓展学生对肉牛育种技术基本理论的掌握；通过模拟操作，使学生更容易理解和掌握高档牛肉生产的关键流程和主要技术要点；通过对牛品种选择、育肥方式确定、出栏时间判断及肉质等级评定等技术的实际操作，使学生掌握肉牛育种实践中应用的基本要求和技術要領，促使理论与实践的有机结合，为有效提高学生科学思维、想象力、领悟力及创新能力开辟新空间。

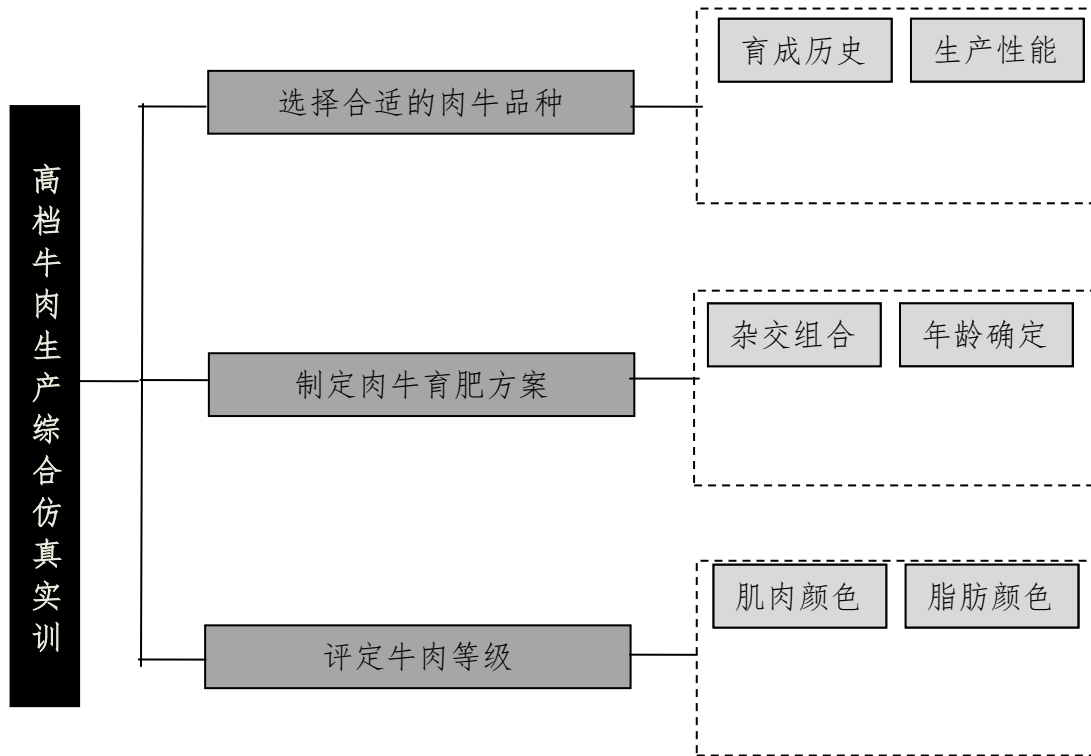


图 4-1 高档牛肉生产综合虚拟仿真模块

(1) 肉牛品种的选择



图 4-2 肉牛养殖场概况

品种选择的是否合适直接关系到最终能否获得高档牛肉产品，学生通过电脑登录本系统，在本系统初步学习高档牛肉生产技术的操作视频资料。学生进入虚

拟场地后，根据系统提示首先识别国内外不同品种肉牛及其生产性能，按照提供的品种选择原则，完成牛品种的选择。



图 4-3 不同肉牛品种

(2) 育肥方案的制定

育肥方案的确定，关系到整个生产时间和成本等诸多方面，本模块中学生要根据所学知识和所选牛品种特征，确定最适育肥性别、杂交改良方案和出栏时间，并通过不断的优化，获得最佳育肥方案。



图 4-4 肉牛育肥饲养方案

(3) 肉质等级评定

根据所选参数获得育肥后的肉牛模型，然后进入肉等级评定部分，通过对牛背最长肌横截面脂肪含量、脂肪颜色、肉色以及综合指标等肉质指标进行评定，确定肉牛育肥效果和牛肉等级。操作可分小节完成，每项操作均由系统进行打分，最后获得总体得分，得分越高，证明肉牛育肥效果越好，各参赛选择更合适，最终由系统给出各单元得分及理由，学生可进一步掌握各知识点，完成本系统的学习。

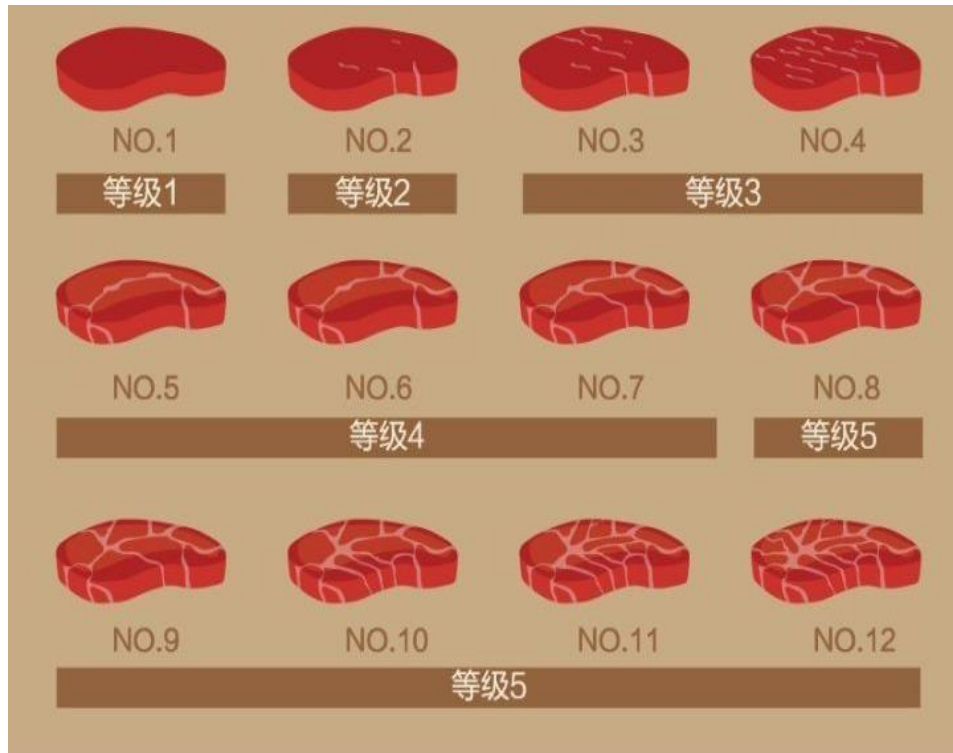


图 4-5 牛肉脂肪含量评定

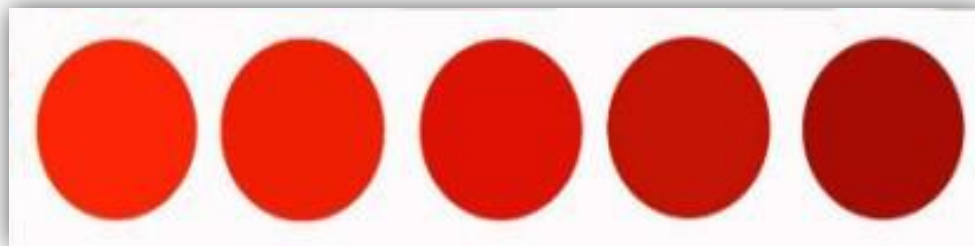


图 4-6 牛肉颜色评定



图 4-7 脂肪颜色评定

2.2.5 水产动物病害学虚拟仿真实验模块

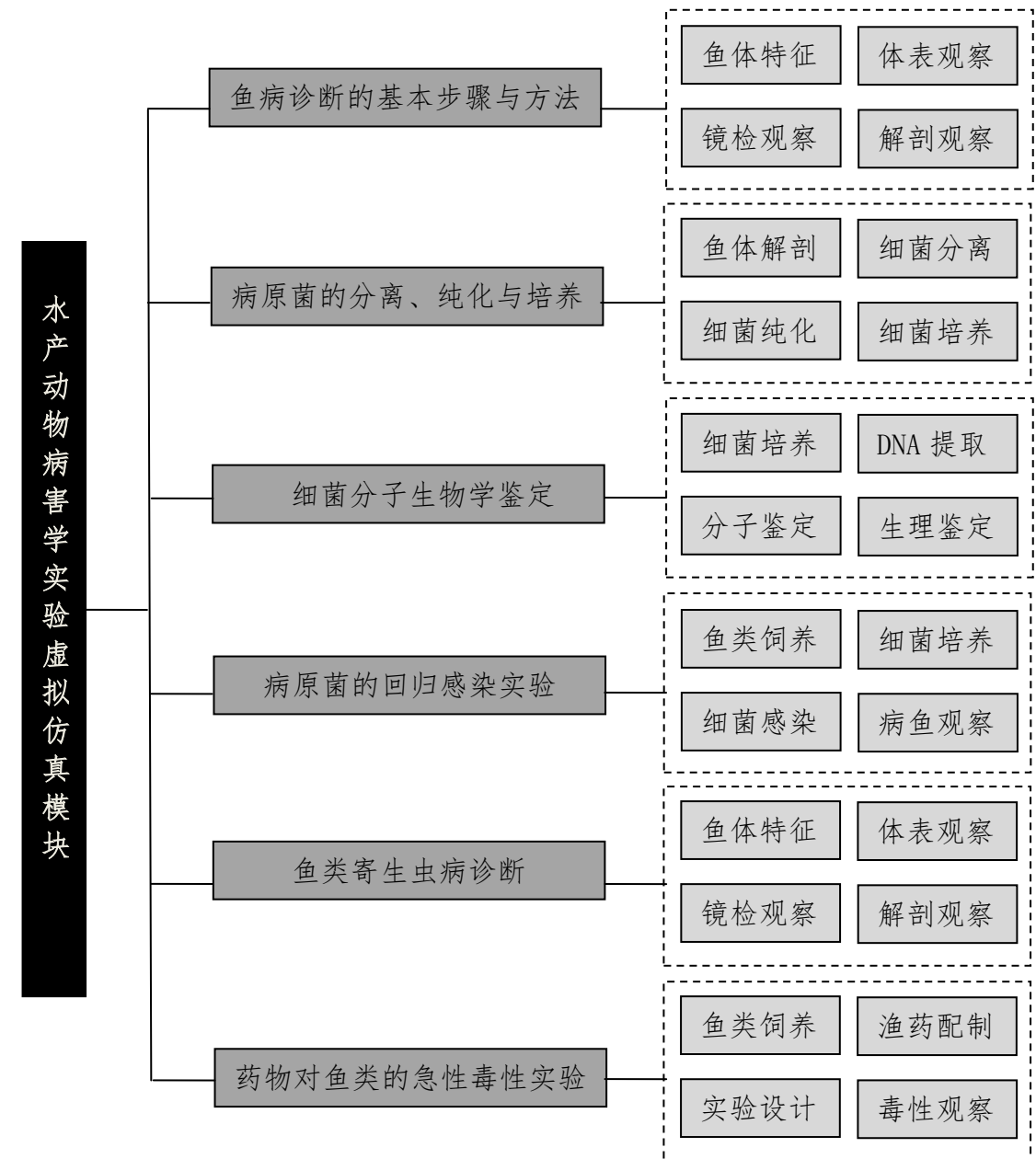


图 5-1 水产动物病害学实验虚拟仿真模块

(1) 鱼病诊断的基本步骤与方法

将待检测的鱼置于解剖盘上，通过测量尺测量鱼的全长，体长，体高。目检鱼体体表并描述症状。例如体表的鳞片是否完整和有竖鳞现象，是否有出血或充血现象。随后通过解剖刀刮取病鱼体表的黏液放于干净的载玻片上，向载玻片上滴加一滴 0.85% 的生理盐水，盖上一张盖玻片，轻轻搓压玻片使病料散开，然后将载玻片置于显微镜下观察是否有寄生虫。打开鳃盖，观察鳃片是否完整和有无充血出血现象，是否有污物附着，然后用手术剪剪取部分鳃丝放于干净的载玻片

上，在显微镜下观察。将鱼腹剖开，使体腔里的内脏器官露出来。然后观察肝、脾、肾等内脏器官是否有病变现象；同时注意肠壁上、脂肪组织、肝、胆囊、脾、鳔等有无肉眼可见的病原体。



图 5-2 病鱼的解剖观察

(2) 病原菌的分离、纯化与培养

将病鱼放在解剖盘上，用注射器从鱼腹腔中吸取腹水，加到准备好的 1.5mL 离心管中。在超净工作台中，用酒精棉球擦拭双手，待酒精挥发后点燃酒精灯。用外焰对接种环进行消毒，冷却后蘸取腹水，然后在平板上 Z 型划线，然后再用酒精灯的外焰对接种环进行消毒，转动平板 90 度，接在上一次划线的末尾再次 Z 型划线，重复三次。

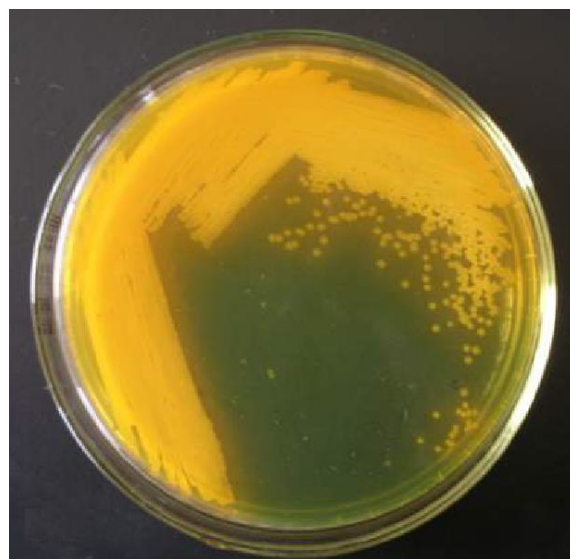


图 5-3 病原菌的划线分离培养

将平板以有培养基的一面向下放入 37℃ 恒温培养箱中，30min 后将平板翻面

继续培养，24h 后观察结果，此时的平板应该能看到明显菌落，并且有单菌落出现。将培养好的平板放在超净工作台上，用酒精棉球擦拭双手，待酒精挥发后点燃酒精灯。将 LB 液体培养基瓶口移至火焰上旋转烧灼，拔掉瓶塞，用外焰对接种环进行消毒，冷却后挑取取单菌落加入液体培养基中，瓶口通过火焰，塞好瓶塞，将接种环灭菌后放下。将液体培养基放于 37℃ 恒温摇床中培养。培养 24h 后，应该能观察到培养基由澄清变为浑浊。

(3) 细菌分子生物学鉴定

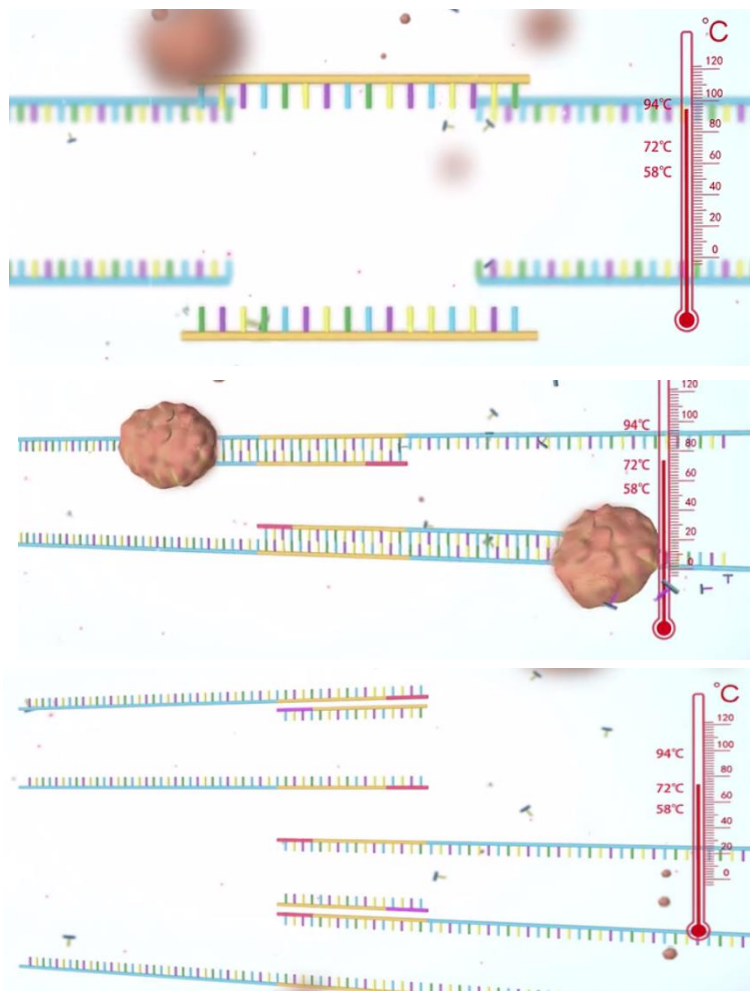


图 5-4 PCR 过程

细菌 DNA 提取。在超净工作台中，用酒精棉球擦拭双手，待酒精挥发后点燃酒精灯。将以培养好的菌液瓶口移至火焰上旋转烧灼，拔掉瓶塞，用移液枪吸取菌液置于 1.5mL 离心管中。在实验台上，按照细菌 DNA 提取试剂盒的说明书的步骤，使用离心机和移液枪提取离心管中菌液的 DNA。在天平中称量 0.4g 的琼脂糖置于三角瓶中，再加入 40mL 的 TAE 缓冲液，放入微波炉反复加热 2-3 次至琼脂糖完全溶解。待三角瓶稍稍冷却，至不烫手时加入 1 μ L 的核酸染料，将液体轻轻倒入胶槽内，并插好梳子。20min 左右胶即可凝固。吸取 5 μ L 之前提取的 DNA 和 1 μ L 的 6 \times Loading Buffer，充分混匀后滴加到相应的核酸胶的胶孔中，

并在相邻的胶孔中加入 5 μ L 的 DNAMaker，把电泳仪调成电压 120V，电流 50-60mA，时间 30min。电泳结束后的胶置于凝胶成像系统中观看结果。

细菌 DNA 的 PCR 扩增。在实验台上用移液器将 PCR 所需的试剂和样品加至 200 μ L 离心管中。将加样完成的离心管置于 PCR 仪中，接下来设定 PCR 的程序，PCR 原理如图 5-3 所示。在天平中称量 0.4g 的琼脂糖置于三角瓶中，再加入 40mL 的 TAE 缓冲液，放入微波炉反复加热 2-3 次至琼脂糖完全溶解。待三角瓶稍稍冷却，至不烫手时加入 1 μ L 的核酸染料，将液体轻轻倒入胶槽内，并插好梳子。20min 左右胶即可凝固。吸取 5 μ L 之前提取的 DNA 和 1 μ L 的 6 \times Loading Buffer，充分混匀后滴加到相应的核酸胶的胶孔中，并在相邻的胶孔中加入 5 μ L 的 DNA Maker，把电泳仪调成电压 120V，电流 50-60mA，时间 30min。电泳结束后的胶置于凝胶成像系统中观看结果。

16srDNA 鉴定。将细菌 DNA 的 PCR 产物送测序，返回测序结果以后，在计算机上，按照步骤应用 BLAST 对测序结果进行细菌 16srDNA 鉴定。

(4) 病原菌的回归感染实验



图 5-5 病原菌的回归感染

采用微量进样器吸取 50 μ L 病原菌，在解剖盘上对鱼进行腹腔注射，并剪鳍条对自己注射的鱼进行标记，然后将鱼置于鱼缸中。在鱼缸中进行饲养实验，定时观察实验动物的发病和死亡情况。

(5) 鱼类寄生虫病诊断



图 5-6 寄生虫诊断

病鱼放置于解剖盘上，用解剖刀刮取病鱼体表的黏液放于干净的载玻片上，然后用手术剪剪取部分鳃丝放于干净的载玻片上，向已经放置样品的载玻片上滴加一滴 0.85% 的生理盐水，盖上一张盖玻片，轻轻搓压玻片使病料散开，然后将载玻片置于显微镜下检查。如果有寄生虫，首先根据外形特征鉴定所检查的寄生虫的种属，然后分辨其种类并计数一个视野内该种类寄生虫的数量。

(6) 药物对鱼类的急性毒性实验

向不同药物浓度试验组的鱼缸中加入确定体积的水体，根据试验所需的终浓度加入不同体积的药物母液。从鱼群中随机挑选体型相近的鱼并迅速放入各试验组的鱼缸中。在实验的第一天，于试验开始后 1、3、6、12 和 24h 观察试验鱼的状态。之后至少每隔 24h 观察一次，记录死亡数。如果没有任何肉眼可见的运动，如鳃的扇动、碰触尾柄后无反应等，即可判断该鱼已死亡。观察并记录死鱼数目后，将死鱼从容器中取出。根据记录结果，在计算机上运用 SPSS 软件计算试验药物的 24-96h LC_{50} 值。



图 5-7 鱼类急性毒性实验

2.3 由科研成果(近五年)转化而来的实验教学内容

近五年，中心教师主持承担了一批国家、省部级科研项目，这些研究成果被直接用于虚拟仿真实验项目，体现了科研服务于教学的宗旨，也保证了先进科学知识的及时传承，对于开阔学生视野、拓宽知识结构、提升创新能力方便取得了显著效果。

表 2 科研项目转化而来的试验内容

序号	项目来源	项目名称	负责人	起止时间
1	国家 973 计划课题	leptin 及相关因子调控脂肪发育分子机制	孙超	2015-2019
2	国家转基因重大专项	猪肌内脂肪沉积关键基因克隆及功能验证	孙超	2014-2016
3	国家自然科学基金面上项目	胶原 XV 通过“Ca ²⁺ -内质网”轴调节猪白色脂肪棕色化作用机制	孙超	2016-2019
4	陕西省科技统筹	陕北白绒山羊舍饲高	胡建宏	2015-2019

	创新工程新工程	效健康养殖关键技术研究		
5	陕西省科技厅项目	陕西省饲料产业技术创新战略联盟	姚军虎	2012-2013
6	国家重点研发计划	畜禽养殖绿色安全营养关键技术研发	杨欣	2018-2020
7	陕西省科技统筹创新工程项目	饲料原料及产品质量控制集成研究与推广	姚军虎	2015-2017
8	国家重点研发计划	优质肉牛高效安全养殖技术应用与示范	咎林森	2018-2020
9	国家自然科学基金	共培养体系下牛肌细胞与脂肪细胞相互调控的分子机制	王洪宝	2016-2019
10	陕西省科技统筹创新工程计划项目	高档肉牛健康养殖关键技术研究	咎林森	2016
11	陕西省科技统筹创新工程计划项目	良种肉牛快速繁育及优质牛肉生产技术应用与示范	咎林森	2018-2019
12	陕西省重点研发计划	肉牛肌细胞与脂肪细胞相互调控的分子机制	王洪宝	2017-2019
13	国家自然科学基金	牛蒡子苷元衍生物杀灭鱼类单殖吸虫定量构效关系及其杀虫机理研究	王高学	2013-2017
14	陕西省农业科技攻关	动植物杀虫剂杀菌剂研究和开发	王高学	2010-2011
15	科技部国家科技支撑计划	鲍鱼、海参消化道微生物种群组成及功能研究(2013211)	王高学	2013-2013
16	陕西省农业科技攻关	陕南库区鱼类小瓜虫病防治关键技术研究	凌飞	2016-2019

2.4 合作企业的概况、参与程度和合作成果

目前,动物科学虚拟仿真实验教学中心与西安恒云信息技术有限公司和杨凌艾特网络科技有限公司在虚拟实验项目研发、网站建设与维护等方面建立了长期合作关系。与石羊集团、新希望六和、四川铁骑力士、西安禾丰、陕西华秦、陕西杨凌富仕特、嘉吉饲料、陕西秦川牛业、陕西秦宝牧业、宝鸡澳华现代牧业、陕西天鑫兔业、陕西省水产总站、陕西省水产研究所等 22 家校外实践教学基地,西北农林科技大学畜牧教学试验基地、安康水产试验示范站 2 家校内实习基地,以及金陵研究院、西部高端肉牛研究院、伊川县等校企、校地合作模式,在学生

实验实习场所提供、科学研究、人员培训等方面形成了长期合作关系，建立了稳定的长效机制。

2.4.1 西安恒云信息技术有限公司

西安恒云信息技术有限公司位于西安市国家高新技术产业开发区，是一家专注于虚拟现实（VR）软件定制开发与相关增值领域的高新技术企业，现拥有行业资深的核心技术研发团队和品质一流的技术服务团队，致力于为客户提供优质的服务及量身打造的定制化产品，帮助客户创造卓越价值。开发建设了大空间多人互动实验室、LED 沉浸式 CAVE 虚拟现实实验室、柴油发动机虚拟实训仿真软件、纯净水生产实训平台、水利施工虚拟仿真实训教学软件等虚拟仿真教学实验室和实验教学项目。

2.4.2 杨凌艾特网络科技有限公司

杨凌艾特网络科技有限公司成立于 2006 年，是陕西杨凌地区最优秀的 IT 系统集成服务提供商。凭借长期积累的技术经验，公司为众多的企事业单位提供专业的网络机房建设服务、局域网搭建、网络应用软件开发服务，开发的网络软件有电信综合调度系统、高校后勤综合服务平台、实验室管理系统、科研数据库系统、大学论文管理系统、精品课程网站管理系统，艾特智慧云办公系统等，以诚信务实、雄厚技术、优质服务赢得众多知名企事业单位客户的好评。长期以来，艾特公司承担了西北农林科技大学的校园门户网站开发、校园网基础建设、中心机房建设、多媒体教室建设等信息化建设工作，并提供了持续、高效、优质的网络信息化维护服务。

在动物科学虚拟仿真实验教学中心建设过程中，杨凌艾特网络科技有限公司主要承担以下任务：虚拟仿真实验教学中心网站优化设计及制作；中心机房服务器、网络安全设备、存储装置等系统设备的升级改造；网络平台的维护与信息安全建设等。

2.4.3 校外实习基地

目前本中心已经与 22 家企业建立了合作关系，成为本科教学实践教学基地。

表 3 与中心建立合作关系的单位

序号	基地名称	地址	面向专业
1	西部高端肉牛产业研究院	宁夏海原县	动物科学
2	广西金陵农牧集团有限公司	广西南宁市西乡塘区金陵镇陆平村	动物科学
3	陕西石羊(集团)股份有限公司	西安经济技术开发区草滩三路 588 号	动物科学
4	新希望六和股份有限公司	成都市锦江区工业园金石路 376 号	动物科学
5	山东亚太中慧集团有限公司	山东省青岛市崂山区秦岭路 15 号海韵东方 1707 室	动物科学

6	四川铁骑力士实业有限公司	四川省成都市锦江区下东大街216号喜年广场45楼	动物科学
7	西安禾丰饲料科技有限公司	陕西省西安市临潼区新丰工业园	动物科学
8	陕西华秦农牧科技有限公司	陕西省杨凌区神农路	动物科学
9	陕西杨凌富仕特饲料有限公司	陕西杨凌示范区饲料工业园区建子沟路4号	动物科学
10	嘉吉饲料(陕西)有限公司	杨凌示范区神农路东段07号	动物科学
11	陕西秦川牛业有限公司	陕西省扶风县段家镇272号	动物科学
12	陕西秦宝牧业股份有限公司	陕西宝鸡眉县眉马路1号	动物科学
13	宝鸡澳华现代牧业有限责任公司	陕西省宝鸡市眉县横渠镇土岭村	动物科学
14	陕西天鑫兔业股份有限公司	陕西省杨凌区	动物科学
15	陕西省水产总站新民家鱼原种场	陕西省合阳县	水产养殖学
16	陕西省水产研究所合阳水产养殖基地	陕西省合阳县	水产养殖学
17	陕西省水产研究所太白冷水鱼试验基地	陕西省太白县	水产养殖学
18	陕西省白水同羊原种场	陕西省白水县杜康科技产业园	动物科学
19	千阳县种羊场	陕西省宝鸡市千阳县曹家塬	动物科学
20	西安乐民反刍动物研究所	咸阳市泾阳县安吴镇东药路南	动物科学
21	陕西亮丽现代农业科技有限公司	陕西省咸阳市乾县峰阳镇豆村	动物科学
22	西安润基投资(控股)有限公司——海南	海南省屯昌县木色湖风景区	动物科学

2.5 目前教学资源共享的范围和效果

动物科学虚拟仿真实验教学中心以建设开放式虚拟仿真实验教学的管理和共享平台为目标,以优质资源共享为核心,以全方位服务教学为基点,实现了校内全天候共享、校外开放共享、平台交互共享。用户可通过校园网访问中心的门户网站,学生可以利用电脑终端和移动终端不受时空限制地申请进入各虚拟仿真实验教学平台进行虚拟实验和实训,不仅可通过组织、配置、连接、调节和使用虚拟实验场景和仿真仪器设备,也可以自行设计实验项目、实验流程,搭建并完成自己感兴趣的实验和实训内容。同时,中心通过与校内外各研究、教学平台、精品资源共享课程网站平台实现链接,实现相互访问,资源共享,互为支撑,从而进一步增强各平台及中心的科技创新力和竞争力。

我校实施了精品课程、千门课程上网工程等课程教学资源共享项目,均已上线,已全面向校内外师生和社会开放共享,供校内外师生教学和学习使用,受到了广大使用者的认可和好评,取得了较好的预期效果。

2.6 进一步实现共享的计划与安排

2.6.1 持续补充虚拟仿真实验教学资源，建设全天候共享平台

动物科学虚拟仿真实验教学中心建设的最终目标是以电脑终端和移动终端为平台、以优质教学资源共享为核心，建成校内全天候共享的实验教学平台。目前开发的虚拟仿真实验项目4个，下一步将继续加快开发进程，争取在未来3~5年内，建设完成所有规划的虚拟仿真实验项目。另外对目前线下饲料分析实验教学模拟为主项目进行改造完善，与虚拟现实结合，在体现理论深度的同时，增加可视性，提高学生的直观学习效果，实现实验资源精品化，增强实验教学内容的可视性和直观性，实现教学、实验资源精品化、虚拟化、数字化。另外，继续开发以动物科学综合实训为目的的“创新研究型”虚拟仿真综合实验教学项目，覆盖动物科学专业的全部核心课程，合理规划、整合、共享校内虚拟仿真实验资源，逐步丰富虚拟仿真实验教学项目库。加大网络平台建设，完善网络资源库，做好网络安全和日常维护工作，实现全天候随地随时的无障碍共享，并使远程操作流畅化。

2.6.2 不断与国内其他高校虚拟仿真资源共享，建成全国共享大平台

加强与中国农业大学、华中农业大学、南京农业大学、四川农业大学、湖南农业大学、华南农业大学等具有动物科学相关专业的优势院校联合共建，听取大家的意见与建议，进一步完善，并逐步建设成为开放式协作共建共享优质网络虚拟仿真实验平台，通过优势互补，协同发展。通过扩大中心的影响力，向国内其他院校相关专业进行资源共享，引领本学科相关专业的共同发展。

2.6.3 逐步向社会开放、共享

中心网络资源逐步向社会开放共享，提供全天候的远程教学培训。虚拟仿真中心的建立将为地方人才培养提供先进的教学资源，实现示范辐射效果的最大化，形成中心可持续发展态势，实现高校的人才培养、文化传承与创新和社会服务功能。

3.虚拟仿真实验教学队伍

3.1 虚拟仿 真实验 教学中	姓名	孙超	性别	男	年龄	51
	专业技术 职务	教授	学位	博士	联系 固话	029-87092158
	邮箱	sunchao2775@163.com			手机 号码	13186026280
	主要职责	1. 负责中心的发展规划、设计与建设工作； 2. 负责中心的实验课程与项目建设、教学改革和队伍建设工作； 3. 负责中心建设经费的筹措与管理工作； 4. 负责中心的人事管理工作。				

心 主 任	工作经历	1993年7月-1998年12月在原西北农业大学动科系任助教； 1999年1月-2001年12月在西北农林科技大学动科学院任讲师； 2002年1月-2007年12月在西北农林科技大学动物科技学院任副教授； 2008年1月-至今在西北农林科技大学动科学院任教授。										
	教研科研 主要成果 (科研成果 限填5 项)	<p>主讲《动物生化》、《分子生物学》等本科生课, 年均160学时; 2015年获批陕西省《动物生化》教学团队, 曾主持省级教改重点项目1项、一般项目1项, 荣获校级教学成果特等奖1项、二等奖2项; 发表教改论文35篇, 先后主持国家973课题、国家自然科学基金、教育部重点项目等科研项目12项, 公开发表学术论文130多篇, 其中SCI论文91篇。获省级科学技术二等奖2项、吴常信院士动物遗传育种科技一等奖等。代表性论文如下:</p> <p>[1]Rong B, Feng R, Liu C, Wu Q, Sun C. (2019). Reduced delivery of epididymal adipocyte-derived exosomal resistin is essential for melatonin ameliorating hepatic steatosis in mice. J Pineal Res. 2019 May;66(4): e12561. (IF: 15.22, 中科院1区)</p> <p>[2] Liu Z, Gan L, Zhang T, Ren Q, Sun C. (2018). Melatonin alleviates adipose inflammation through elevating α-ketoglutarate and diverting adipose-derived exosomes to macrophages in mice. J Pineal Res. 2018 Jan;64(1). (IF: 11.613, 中科院1区)</p> <p>[3] Saeed M, Naveed M, BiBi J, Ali Kamboh A, Phil L, Chao S. (2019). Potential nutraceutical and food additive properties and risks of coffee: a comprehensive overview. Crit Rev Food Sci Nutr. 2019 Jan 7;1-27. doi: 10.1080/10408398.2018.1489368. (IF: 6.70, 中科院1区)</p> <p>[4] Zhang Z, Zhang T, Feng R, Huang H, Xia T, Sun C. (2019). circARF3 Alleviates Mitophagy-Mediated Inflammation by Targeting miR-103/TRAF3 in Mouse Adipose Tissue. Mol Ther Nucleic Acids. 2019 Mar 1;14: 192-203. (IF:5.92, 中科院2区)</p>										
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	39	51	27	3	91	13	12	4	10	120	46
	占总人数 比例	32 .5 %	42 .5 %	22 .5 %	2. 5 %	75 .8 %	10 .8 %	10 .0 %	3. 3 %	8. 3 %		
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	孙超	51	博士	教授	中心主任	兼 职						
2	吴江维	39	博士	教授	教学	兼 职						
3	MARTIN PLATH	45	博士	教授	教学	兼 职						

4	姜雨	36	博士	教授	教学	兼职
5	王小龙	36	博士	教授	教学	兼职
6	赵辛	60	博士	教授	教学	兼职
7	凌飞	37	博士	教授	教学	兼职
8	曾文先	58	博士	教授	教学	兼职
9	郑惠玲	50	博士	教授	教学	兼职
10	张智英	61	博士	教授	教学	兼职
11	张恩平	53	博士	教授	教学	兼职
12	咎林森	56	博士	教授	教学	兼职
13	姚军虎	57	博士	教授	教学	兼职
14	杨小军	43	博士	教授	教学	兼职
15	杨公社	60	博士	教授	教学	兼职
16	王在照	50	博士	教授	教学	兼职
17	王昕	44	博士	教授	教学	兼职
18	王高学	57	博士	教授	教学	兼职
19	孙世铎	59	博士	教授	教学	兼职
20	史怀平	45	博士	教授	教学	兼职
21	任战军	53	学士	教授	教学	兼职
22	庞卫军	47	博士	教授	教学	兼职
23	刘小林	58	博士	教授	教学	兼职
24	刘福柱	56	博士	教授	教学	兼职
25	刘超	58	学士	推广研究员	其他	兼职
26	李青旺	64	博士	教授	教学	兼职
27	李广	54	硕士	推广研究员	其他	兼职
28	雷初朝	51	博士	教授	教学	兼职
29	蓝贤勇	40	博士	教授	教学	兼职
30	吉红	52	博士	教授	教学	兼职
31	胡建宏	50	博士	教授	教学	兼职
32	龚月生	59	硕士	教授	教学	兼职
33	董武子	50	博士	教授	教学	兼职

34	陈宏	64	博士	教授	教学	兼职
35	曹斌云	64	博士	教授	教学	兼职
36	陈玉林	55	博士	教授	教学	兼职
37	罗军	54	博士	教授	教学	兼职
38	钱永华	56	博士	教授	教学	兼职
39	苏超	53	学士	推广研究员	其他	兼职
40	王永亮	33	博士	副教授	教学	兼职
41	刘丕龙	30	博士	副教授	教学	兼职
42	孙青竹	35	博士	副教授	教学	兼职
43	李聪	32	博士	副教授	教学	兼职
44	于海波	32	博士	副教授	教学	兼职
45	朱斌	34	博士	副教授	教学	兼职
46	徐坤	34	博士	副教授	教学	兼职
47	于太永	42	博士	副教授	教学	兼职
48	黄永震	37	博士	副教授	教学	兼职
49	王喜宏	36	博士	副教授	教学	兼职
50	安小鹏	35	博士	副教授	教学	兼职
51	杨武才	34	博士	副教授	教学	兼职
52	薛虎平	37	博士	副教授	教学	兼职
53	曹阳春	35	博士	副教授	教学	兼职
54	杨欣	38	博士	副教授	教学	兼职
55	李晓	37	博士	副教授	教学	兼职
56	李安宁	35	博士	副教授	教学	兼职
57	王哲鹏	39	博士	副教授	教学	兼职
58	熊冬梅	37	博士	副教授	教学	兼职
59	潘传英	39	博士	副教授	教学	兼职
60	杨雨鑫	42	博士	副教授	教学	兼职
61	周继术	46	博士	副教授	教学	兼职
62	赵春平	44	博士	副教授	教学	兼职
63	张建勤	45	博士	副教授	教学	兼职

64	张慧林	58	学士	副教授	教学	兼职
65	杨明明	48	博士	副教授	教学	兼职
66	徐秀容	50	博士	副教授	教学	兼职
67	辛亚平	54	博士	副教授	教学	兼职
68	魏泽辉	45	博士	副教授	教学	兼职
69	王永军	55	硕士	副教授	教学	兼职
70	王平	44	博士	副教授	教学	兼职
71	王立新	51	博士	副教授	教学	兼职
72	王洪宝	37	博士	副教授	教学	兼职
73	田秀娥	56	硕士	副教授	教学	兼职
74	孙小琴	45	博士	副教授	教学	兼职
75	宋宇轩	48	博士	副教授	教学	兼职
76	史新娥	52	博士	副教授	教学	兼职
77	牛竹叶	55	学士	副教授	教学	兼职
78	闵育娜	43	博士	副教授	教学	兼职
79	刘海侠	42	博士	副教授	教学	兼职
80	焦锋	51	博士	副教授	教学	兼职
81	江中良	46	博士	副教授	教学	兼职
82	贾存灵	44	博士	副教授	教学	兼职
83	党瑞华	43	博士	副教授	教学	兼职
84	宋新华	54	硕士	副研究员	其他	兼职
85	权松安	57	学士	副研究员	其他	兼职
86	雷新建	31	博士	讲师	教学	兼职
87	邵俊杰	33	博士	讲师	教学	兼职
88	郑以	31	博士	讲师	教学	兼职
89	任周正	31	博士	讲师	教学	兼职
90	李冉	33	博士	讲师	教学	兼职
91	蔡传江	36	博士	讲师	教学	兼职
92	褚瑰燕	36	博士	讲师	教学	兼职
93	吴朗	35	博士	讲师	教学	兼职

94	张国	37	博士	讲师	教学	兼职
95	王淑辉	41	博士	讲师	教学	兼职
96	成功	36	博士	助理研究员	教学	兼职
97	李杨	37	博士	讲师	教学	兼职
98	陈知龙	37	博士	讲师	教学	兼职
99	武永厚	51	硕士	讲师	教学	兼职
100	王涛	40	学士	讲师	教学	兼职
101	王建刚	47	博士	讲师	教学	兼职
102	段玉兰	49	硕士	讲师	教学	兼职
103	董小龙	30	博士	助理研究员	教学	兼职
104	张敏娟	38	博士	助理研究员	教学	兼职
105	肖乃康	56	无	农艺师	教学	兼职
106	陈旗	53	学士	助理研究员	教学	兼职
107	薛忠民	60	学士	农艺师	其他	兼职
108	杨朝霞	47	硕士	讲师	教学	兼职
109	张磊	31	博士	见习	教学	兼职
110	马健	47		助理兽医师	其他	兼职
111	王立强	46	硕士	实验师	管理/实验技术	专职
112	刘瑞芳	41	硕士	实验师	管理/实验技术	专职
113	胡沈荣	50	无	高级实验师	实验技术	专职
114	曹雨莉	58		高级实验师	实验技术	专职
115	马志科	59	硕士	高级实验师	实验技术	专职
116	苏利红	56	学士	高级实验师	实验技术	专职
117	李芳红	50	无	实验师	实验技术	专职
118	张明	43	硕士	实验师	实验技术	专职
119	杜忍让	57	硕士	高级畜牧师	实验技术	专职
120	查永安	56			实验技术	专职

3.4 虚拟仿真实验教学队伍实验教学水平和成果

近年来，本中心承担省级教改项目 3 项、校级教改项目 18 项；获批省级教学成果二等奖 1 项、校级教学成果奖二等奖 3 项，获批省级精品资源共享课程 4 门、校本科生全英文授课课程 3 门、校本科优质课程 13 门、校在线开放课程建设项 9 门，出版教材 12 部，获批 2014 年省级“专业综合改革试点”项目；陈宏教授领衔的“动物遗传学教学团队”、姚军虎教授领衔的“动物营养与饲料科学教学团队”、刘小林教授领衔的“动物育种学教学团队”和孙超教授领衔的“动物生物化学教学团队”获批为省级教学团队。

中心现有人员 120 人，其中陕西省教学名师 1 人，国家“人才项目”入选者 1 人，国家“青年人才项目”入选者 2 人，国家“优秀青年科学基金项目”1 人，教育部“新世纪优秀人才支持计划”入选者 5 人，陕西省百人计划 3 人，陕西省中青年科技创新领军人才 4 人。中心拥有正高职称者 39 人、占 32.5%；副高职称者 51 人、占 42.5%；中级职称者 27 人、占 22.5%。年龄结构为：50 岁以上者 51 人，40-49 岁者 30 人，30-39 岁者 39 人，平均年龄 46 岁。学历结构为：博士 91 人、占 75.8%；硕士 13 人、占 10.8%。中心教师队伍职称结构合理、学术水平较高，已形成了一支教学能力强，实验教学经验丰富，教学特色鲜明的实验教学队伍，能够准确把握科研方向和教学发展趋势，及时将本学科的科研成果有机的融入实验教学，创新性设计开发虚拟仿真实验教学项目，确保虚拟实验教学高水平开展。

中心现有教师 110 人，实验技术人员 10 人，其中虚拟现实技术研发人员 12 人，专业教师、实验技术人员和信息技术研发人员配置合理。

为了持续加强虚拟仿真实验教学的建设工作，本中心（1）通过“导师制”和“青年教师实验室锻炼制”等制度，培养从事虚拟仿真实验教学的青年人才。

（2）鼓励青年教师以项目申报形式开展虚拟仿真实验建设，受资助教师将给予考核工作量，并对虚拟实验教学成绩优秀的教师在职称晋升方面给予倾斜，以充分调动青年教师参与实验教学的积极性。（3）鼓励青年教师参加全国虚拟仿真实验室建设工作会议和到其他高校进行考察学习，支持青年教师学习国内外先进的实验教学理念、教学体系和教学方法。

4. 管理与共享平台

校级虚拟仿真实验教学管理平台是独立的信息门户网站，对全校的虚拟仿真实验教学、开放实验、资源共享进行统一管理。根据实际教学要求，平台设计有信息发布、实验预约、实验数据收集、实验数据统计分析、成绩评定、成果展示、互动交流、信息反馈等功能。

虚拟仿真数据中心实现了全校虚拟仿真资源的集中存储管理，并提供高速、可靠的资源共享保障，实现应用系统高可用性以及提供完善的数据安全保护功能，满足了全校虚拟仿真实验室运行管理的需要。

4.2 网络管理与安全

中心建有独立的虚拟仿真数据中心，为保障安全，设备架设在南校区校园网中心机房，网络和信息安全体系建立在西北农林科技大学的校园网安全防护体系之上，主要从用户权限认证、网络体系安全、数据应用安全、其他安全防护四个方面进行保障。

中心建立了独立的门户网站，对校内、校外用户提供访问服务，用户均可通过授权的用户名、密码登录访问。中心网络平台通过学校网络与信息技术中心的防火墙与校外互联网连接，目前采取基于 802.1x 的端口准入认证模式，杜绝了 ARP 病毒入侵感染等问题，同时实行了全校上网 IP 地址动态分配机制，保证了网络的安全、稳定运行，用户断网、病毒入侵现象极少发生。虚拟仿真实验教学中心网站的用户认证采取用户权限分级限制，并设置相应密码，系统可根据用户的账号，确定其进入应用系统的级别。同时，中心教学资源软件采用模块授权和组织授权分离的模式，模块授权代表了用户可以使用功能，组织授权代表了用户可以操作的数据范围。用户若想对某一仿真实验资源的管理数据进行查询或其它的操作，必须同时被授予相应的模块操作权和该资源的数据访问权，只要其中一个权限没有授予，就不能达到目标。由此，从广度和深度两方面提供了系统的安全保障。

虚拟仿真实验教学中心安装有专门的网络安全路由器、防火墙以及安全机制较高的服务器操作系统，可以进行入侵检测、漏洞扫描、系统病毒防护，并对重要的服务器以及他们与网络的连接实行冗余配置，有效地抵御人为及自然的破坏，提供恢复机制，从物理传输、网络安全防范、数据安全等方面为中心运行提供有效的网络信息安全保障。

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）

5.1.1 仪器设备情况

中心有虚拟仿真实验教学管理平台 1 套，数据中心交换机 1 台，建立了资源存储及共享系统，虚拟仿真实验服务器 8 台，配有 3D 工程投影机等专业教学设备。具体设备如表 4 所示。

5.1.2 环境与安全

中心位于西北农林科技大学动物科技学院，实验教学中心用房 2600 多平方米，畜牧教学实习基地 1000 多平方米。实验室设计均严格按照国家有关的安全和环保标准，实验室供水、通风、照明等各项指标均达到设计规定的标准。

中心十分重视智能化环境建设，建立了中心管理的数据库，包括各种实验

教学资源、实验室人员信息、实验室管理资料和网上通知、公告等；建立了教师与学生的网上互动系统，实现了教师与学生课余的网上互动，促进了教学互动和师生之间的交流；利用网络和仪器设备预约系统建立了实验室开放和仪器设备共享的信息化管理系统，对实验室仪器设备进行了信息化管理。

表4 虚拟仿真主要设备清单

序号	设备名称	型号	数量 (台/ 套)	总价 (万元)
1	3D 工程投影机	PT-FDZ97C	2	43
2	虚拟仿真实验教学管理平台	定制	1	48.5
3	数据中心交换机	S7503E	1	22.97
4	图形工作站	ThinkStationP520 C	14	22.4
5	图形工作站	HP Z4 G4	16	21.33
6	图形工作站	T7810	1	6.2
7	服务器	SR650	2	34.7
8	服务器	NF5280M5	6	58.6
9	三维扫描仪	Repin Ones	1	3.65
10	感应器	Xbox Kinect	5	1.9
11	控制器	Leap Motion	5	1.05
12	力反馈装置	omni	5	5.0
13	仿真投影幕	D 型	1	4.2
14	调音台	GM-2801	1	3.2

中心始终把安全工作放在首位，各种安全和消防设施齐全，应急设施和措施完备，各实验室均有安全责任人。定期举行消防、“三废”及有毒有害物质处理办法等方面的培训。中心和主管部门每学期进行全面的安全检查，发现隐患及时整改，确保了实验实习任务的圆满完成。

5.1.3 运行与维护

中心设立的“动物科学虚拟仿真实验教学中心”网站，基本实现了网上实验、答疑等教学功能。校园网覆盖了所有学生社区以及教学科研办公区，主干网络为万兆以太网，采用三层交换技术，桌面计算机的网络的带宽可以达到100Mbps，形成了一个以有线高速宽带传输为主、无线网络为辅的全覆盖校园网络，极大方便师生通过网络获取信息资源，同时具有统一身份认证管理，为充分利用虚拟仿真实验共享平台提供了强有力的保障。学校每年提供固定的运行维护费，具体维护工作由专业人员负责。中心参照学校仪器设备管理条例与办法，制定了中心设备管理的各种制度，配置了专门的设备管理员。中心的维修经费每年列入学校年度经费计划，设备随坏随报批维修，保证设备完好率达98%以上。

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）

5.2.1 组织保障

中心实行主任负责制，设置中心主任 1 人，副主任 2 人，管理人员 4 人共同负责中心建设、管理与运行。由中心统一下达各学期的仿真实验教学任务、安排落实以及仪器设备的维护和实验室日常管理等，以确保实验中心的正常运转和实验教学任务的顺利完成。为保证实验教学质量，由院领导与院教学督导组对中心承担的实验实践教学的质量进行检查与评估。

在业务上，中心还接受校教务处、科研院和动物科技学院教学委员会的业务指导，如中心建设规划、实验教学改革、实验课程设置等，以保证实验中心的建设质量和先进性。

在教学任务安排方面，中心根据教学需要统一安排实验中心的教师或学院的教师承担授课任务。对学生课余时间为中心所做的研究工作，也采用同样的方式安排指导教师。

5.2.2 制度保障

中心不但严格执行学校、学院制定的各类与实验教学、实验室管理等相关的规章制度，并结合中心自身发展的特点和需求制定了一系列规章制度。由中心起草并经学院教授委员会审议通过，相继出台了《动物科技学院虚拟仿真实验室管理规定》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学实施细则》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心开放管理办法》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心实验教学管理规定》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心安全管理制度》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心教学实验室仪器设备管理制度》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心建设指导委员会主要职责》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心工作人员岗位职责》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心网页维护管理办法》、《动物科技学院虚拟仿真实验教学中心实验室环境卫生工作职责》等管理文件，主要从中心运行机制、管理规范、人员职责等方面做出了详细规定，保证实验室建设的规范化、制度化。

5.2.3 管理规范

虚拟仿真实验教学中心在动物科技学院教授委员会指导下制定发展规划、教学计划、课程方案，由学校主管部门进行审定和宏观管理。学校负责全部虚拟仿真实验的硬件条件建设，包括经费、场所、设施和设备的建设与运转保障；教务处负责虚拟仿真课程的指导、内容审定和制定相关规章制度、培训计划与考核制度。中心的各类岗位人员人事关系由学校人事处直接管理。

