

农业院校依托国家级科研平台的实验教学改革

刘之广^{1,2}, 贾继文^{1,2}, 李成亮^{1,2}, 诸葛玉平^{1,2}, 王一川², 盛艳萍², 李 剑²
(山东农业大学 1. 土肥资源高效利用国家工程实验室; 2. 资源与环境学院, 山东 泰安 271018)

摘 要: 对“十三五”新时期传统教学型实验室植物营养学实验教学中存在的主要问题进行了分析研究, 以山东农业大学土肥资源高效利用国家工程实验室为例, 通过加强实验教学队伍建设、设计科研任务导向型理论教学方案、优化实验教学内容、完善实验教学体系等措施, 探讨了国家级科研平台在实验教学改革中的作用, 为提高相关专业本科生科研和应用能力, 培养技能型本科人才提供了参考。

关键词: 国家级科研平台; 实验; 植物营养

中图分类号: G423.07 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-4305.2017.04.022

Reforming in experiment teaching of plant nutrition based on national research platform

LIU Zhi-guang^{1,2}, JIA Ji-wen^{1,2}, LI Cheng-liang^{1,2}, ZHUGE Yu-ping^{1,2}, WANG Yi-chuan², SHENG Yan-ping², LI Jian²

(1. National Engineering Laboratory for Efficient Utilization of Soil and Fertilizer Resources; 2. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: The major problems of the traditional experimental teaching laboratories of plant nutrition during the 13th five years were investigated. In order to provide reference for the exploration and reforming in the experiment of plant nutrition based on national research platform and to improve the abilities of research and production application, National Engineering Laboratory for Efficient Utilization of Soil and Fertilizer Resources of Shandong Agricultural University was discussed here for the consequence of following measures: strengthening the guidance of the mentors, design of theory teaching scheme for research tasks, completion systematic structure of undergraduate teaching, and so on.

Key words: national research platform; experiment; plant nutrition

基金项目: 教育部、农业部、国家林业局卓越农林人才培养计划改革试点项目(教高函[2014]7号); 全国农业专业学位研究生实践教育示范基地项目(项目编号: MA201601008); 高等学校特色专业建设点项目(教高函[2010]15号); 山东省本科高校教学改革研究项目(项目编号: Z2016M022); 山东省研究生教育创新计划(项目编号: SDYY16043); 山东省名校工程建设项目(鲁教高字[2012]14号); 山东农业大学教学改革研究项目(项目编号: 24026)。

通讯作者: 贾继文(1963-), 女, 山东邹平人, 学士, 高级实验师, 主要研究方向为土壤生态与实验室建设管理。

国家级科研平台是根据国家重大战略需求, 由国家部委拨专款建设的, 主要开展基础性、前瞻性和战略性科技创新研究, 产生具有自主知识产权和原始创新性的重要科研成果, 为社会发展、经济建设和国家稳定提供科技支撑的研究型平台。随着我国对科研平台建设的大力投入, 不少高等农业院校都建立了相应的国家级科研平台, 成为学校科研发展的重要资源^[1-2], 如何充分利用此类资源, 发挥其在本科生实验教学中的作用, 对教学质量提升和创新性人才培养具有重要价值。

实验教学是高等农业院校本科教学计划中重要的专业基础课程, 是提升本科生专业实践能力, 解决科学生产问题, 提高人才培养质量的必要环节, 是高等学校本科实践教学的重要组成部分^[3-4]。本科生

完成理论学习课程后,需通过配套实验课程掌握专业应用技能。传统实验教学模式存在课时少、内容枯燥不系统、与农业生产实际偏离、缺乏创新等不足,如何开展实验教学改革,提高实验教学效果,增强本科生解决专业科学问题的能力,是需要本科教学人员思考的主要问题。

本文分析了传统“植物营养学实验”教学存在的不足,以山东农业大学土肥资源高效利用国家工程实验室为例,探讨了国家级科研平台在实验教学改革中发挥的作用,虽为个案剖析,但有共性参考价值。

1 “十三五”时期传统教学型实验室植物营养学实验教学中存在的不足

植物营养学以土壤研究为基础,以养分供应和循环研究为关键,研究植物对营养物质的吸收、运输、转化和利用规律及植物与外界环境之间营养物质和能量交换,以期提高作物的养分利用效率,涉及农业资源与环境、农学、林学、园艺学等多个专业或学科^[4]。随着植物营养学学科的快速发展,相关领域研究内容的扩展更新及农业教学改革的进一步深化,本科生的教育环境发生了重大变化,传统植物营养学实验课程重理论、轻实践、偏验证性的教学模式已无法满足当前本科生教学和学科建设需求^[7-8]。

2016 年我国进入第十三个五年规划(“十三五”)建设期,传统教学型实验室在“植物营养学实验”教学中面临新的困难和挑战^[9]。

1.1 实验教学工作量急剧增加,实验技术人员配置相对不足

随着我国农业高等教育的快速发展,尤其是“十三五”期间农业院校招生规模的继续扩大,然而大部分高校实验室技术人员的招聘原则仍为“退休补位”,这使得传统教学型实验室的教学工作量急剧增加,为缓解教学压力,部分高校甚至改用多媒体课件授课取代部分实验课时,这严重影响了相关专业的本科教育质量。以山东农业大学为例,“十二五”开局的 2011 年度,植物营养学仅有 2008 级农业资源与环境专业授课,授课规模为 120 人,“十二五”期间授课工作量较 2011 年提高了 207.5%,而农业资源与环境学院的相关实验技术人员仅由 9 人增加到了 12 人,师生占比严重下滑,由每百人 8 人降至 3 人,而且其他学科其他课程的实验教学工作量也同比提高,这都给实验授课带来了困难,见表 1 所示。2016 年度为“十三五”规划的布局年,“植物营养学实验”授课规模暂时稳定在 368 人次,与 2015 年持平,参照以往经验,未来授课压力会持续增加,如何提高授课质量的问题未来依然严峻。

表 1 “十二五”期间山东农业大学“植物营养学实验”授课工作量变动情况

年度	专业数	学生人数	较上一年增加比例(%)	较 2011 年增加比例(%)	实验技术人员数量	师生比*	涉及专业
2011	1	120	—	—	9	8/100	2008 级资环
2012	1	96	-20.0	-20.0	10	10/100	2009 级资环
2013	4	340	254.2	183.3	10	3/100	2010 级资环、农学、种子
2014	4	328	-3.5	173.3	12	4/100	2011 级资环、农学、植科、种子
2015	4	369	12.5	207.5	12	3/100	2012 级资环、农学、植科、种子
2016	4	368	-0.3	206.7	12	3/100	2013 级资环、农学、植科、种子

* 未考虑其他学科,其他课程实验工作量

1.2 教学仪器多基础设备,大型仪器设备缺乏

仪器设备是实验教学的基本条件,传统植物营养学教学型实验室因专门从事本科生实验教学,仅配备了与授课内容相关的仪器设备,见表 2 所示。然而,随着我国高等教育、科研事业和基础农业的快速发展,教学、科研及实践应用对高精度分析测试的依赖性越来越高,大型仪器设备在教学实践、科学研究、农化服务及企业生产中的支撑作用日益增强,因传统教学型实验室的限制,植物营养学本科生教学

无法满足现代高水平人才培养的教育需求^[10]。

1.3 灌输式教学,实验内容模式化

传统“植物营养学实验”教学的理念仍为“灌输式”,内容模式化,缺少开放和设计性的实验内容,本科生需严格按照教学教师布置好的实验方案进行,被动接收相关专业知识,实验内容局限于理论验证,与农业实际生产脱节,不能全面和综合考虑实验所解决的现实问题,本科生缺少获得独立锻炼和发现问题的机会^[11]。而且教师过于重视量化教学成

绩,缺乏对本科生的学术和技术培养。以山东农业大学“植物营养学实验”为例,其授课内容为作物根系阳离子代换量的测定、根系总吸收面积和活跃吸收面积的测定、用 α -萘胺法测定根活力、化学肥料的定性鉴定、土壤与作物的营养诊断、尿素化肥中缩二脲含量的测定、土壤对不同形态氮肥的吸持能力、

土壤对水溶性磷酸盐的固定和植物根际 pH 值的显色测定,共 9 项。虽然授课范围包括植物营养学的主要内容,但实验过程多为机械式重复,实验结果大同小异,实验报告撰写甚至有相互抄袭的现象,本科生积极性不高,教学效益较差。

表 2 山东农业大学“植物营养学实验”课中仪器设备使用情况

实验名称	涉及的主要设备	玻璃仪器
作物根系阳离子代换量的测定	—	烧杯
根系总吸收面积和活跃吸收面积的测定	分光光度计根系扫描仪	容量瓶、烧杯、移液管、量筒
用 α -萘胺法测定根活力	分光光度计	容量瓶、移液管、三角瓶、量筒
化学肥料的定性鉴定	电热板	容量瓶、试管、移液管、烧杯、量筒
土壤与作物的营养诊断	分光光度计、凯氏定氮仪、火焰光度计	容量瓶、试管、移液管、三角瓶、量筒、滴定管
尿素化肥中缩二脲含量的测定	分光光度计、恒温水浴锅	容量瓶、烧杯、移液管
土壤对不同形态氮肥的吸持能力	—	容量瓶、棕色瓶、烧杯
土壤对水溶性磷酸盐的固定	—	漏斗、三角瓶、棕色瓶
植物根际 pH 值的显色测定	恒温水浴锅	容量瓶、烧杯

1.4 实验教学课时安排不合理

传统“植物营养学实验”课的预期教学目的是在学生掌握植物营养学基本理论知识的基础上,进行常规实验方法教学、常用科研仪器设备和实验操作动手能力锻炼,最佳教学结果是使相关专业本科生获得解决农业生产中与植物营养学相关问题的能力。然而,随着高等农业院校本科生教育规模的不断扩大,学生数量过多与实验室教学资源不足的矛盾日渐突出,相关高校不得不缩减实验课教学环节的课时,严重影响了实验课的教学质量。

2 依托国家级科研平台的植物营养学实验教学改革

国家级科研平台是根据国家重大战略需求,由国家部位拨专款建设的,为经济建设、社会发展和国家安全提供科技支撑的研究型平台,属于典型的“科研型实验室”,其特点是以支持科研项目申报、研究、开发为目标和任务,为科研项目和实验人员提供仪器设备、智力资源、技术资源和知识系统支持^[1]。随着我国对科研平台建设的大力投入,不少高等农业院校都建立了相应的国家级科研平台,这是学校学科发展的重要战略资源,在高等院校资源配置体系中,其建设经费投入量和固定资产额占有相当的比例,集中了学校主要的技术和装备^[2,3]。

如何充分利用此类资源,发挥其在实验教学中的作用,对“植物营养学实验”教学质量提升,培养理论与实践并重,具有较高综合素质与创新能力,适应学科和社会发展的创新性人才培养具有重要价值。

2.1 土肥资源高效利用国家工程实验室简介

土肥资源高效利用国家工程实验室是我国植物营养学学科重要的国家级科研平台之一,旨在提高我国粮食增产增收创新能力,促进土肥资源高效利用关键技术的创新、示范与推广,由国家发展与改革委员会批复建设,法人单位为山东农业大学,共建单位包括沈阳农业大学、湖南农业大学和金正大生态工程集团股份有限公司。实验室建有新型肥料研制工艺和装备、土壤有机培肥和土壤质量评价与控制、养分精准管理工程技术、退化土壤治理与生态修复工程技术等 4 个研发方向。平台建有实验室 3900m²、土肥资源高效利用定位监测试验中心站 3 个、肥料养分循环模拟监测站 315m²、水肥自动控制温室 600m²、建立水肥耦合效应研究旱棚 900m²,并配套仪器/设备共 461 台/套^[1-12]。综上所述,土肥资源高效利用国家工程实验室具有优良的师资保障、大量高精尖仪器/设备及完备的技术研发和实验教学条件,为建设有植物营养学专业特色的科研教学型实验室提供了良好的人、物、技基础。

2.2 凭借国家平台师资优势,优化实验教学队伍

土肥资源高效利用国家工程实验室现有固定研究人员 82 人,其中院士 1 人,教授/研究员 47 人,高级工程师 5 人,副教授 21 人,讲师 7 人,实验师 2 人。充分发挥平台师资优势,由高级职称教师提供实验技术教学指导,以现有实验岗人员为骨干,配备讲师及实验室研究生作为助教组成实验教学团队。由此可有效减少实验教学人均工作量,解决传统实验教学中存在的师资力量不足的问题。

2.3 设计科研导向型的植物营养学教学方案

土肥资源高效利用国家工程实验室近 5 年承担各类科研项目共 114 项,其中国家级 35 项,省部级 42 项,到位科研经费 18251.4 万元,其中山东农业大学承担的与植物营养学极相关的课题有 31 项,经费 2708 万,内容涉及新型肥料研制工艺和装备、土壤有机培肥和土壤质量评价与控制、养分精准管理工程技术、退化土壤治理与生态修复工程技术等国家重大战略研究内容。

根据土肥资源高效利用国家工程实验室的国家重大战略研究内容,重新设计“植物营养学”教学大

纲,让本科生了解我国土肥资源高效利用产业化及技术推广服务体系现状,熟悉植物营养学在土壤有机培肥、新型肥料研发、养分精准管理和退化土壤治理等方向中的应用和贡献,解决传统理论教学模式中本科生所学知识 with 科研前沿和农业生产实践脱离的缺点,是“植物营养学实验”教学改革的基础。

2.4 发挥国家级平台仪器设备资源优势,优化实验教学内容

在完成土肥资源高效利用国家工程实验室科研任务的基础上,兼顾本科生人才培养,在支持项目申报、研究、开发的基础上,同时承担一部分的本科实验教学任务,提供实验教学场所、仪器设备、技术支持和教学辅导,缓解传统教学型实验室的教学工作压力,充分发挥国家级平台优势^[3]。将大型仪器设备、长期定位监测实验站、自动化温室、养分循环模拟监测站等科研设备或平台引入“植物营养学实验”教学中,具体改革内容见表 3 所示。通过改进或新设的内容可提高本科生专业眼界,培养其植物营养学学术意识,有利于提高本科生解决专业科学问题的能力。

表 3 依托土肥资源高效利用国家工程实验室改进或新设的植物营养学实验课程

可开设或改进的课程	依托工程实验室的设备
土壤与作物的营养诊断 (改进)	全自动凯氏定氮仪(UDK159,维尔普,意大利)、多元素火焰光度计(XP,BWB,英国)、石墨炉原子吸收光度计(AA7000,岛津,日本)、元素分析仪(Vario Macro Cube,Elementar,德国)、连续流动分析仪(Auto Analyzer 3 System,seal,德国)、间歇自动分析仪(Smartchem200,AMS,意大利)。
根系总吸收面积和活跃吸收面积的测定(改进)	植物根系分析仪系统(LA-S,万深,中国)、植物根系生长监测系统(Basic,WinRHIZO,加拿大)。
土壤对不同形态氮肥的吸持能力(改进)	全自动凯氏定氮仪(UDK159,维尔普,意大利)、连续流动分析仪(Auto Analyzer 3,Seal,德国)。
土壤对水溶性磷酸盐固定(改进)	间歇自动分析仪(Smartchem200,AMS,意大利)、等离子体(iCAP Qc ICP-MS, ThermoFisher,美国)。
叶片光合、蒸腾作用研究	手持式激光叶面积仪(YMJ-A,托普,浙江)、便携式光合仪(TPS-2,PP system,英国)、叶绿素测定仪(SPAD-502Plus,KONICA MINOLTA,日本)、便携脉冲调制式荧光仪(FMS-2,Hansatech,英国)。
缓控释肥料鉴定与评价	缓/控释肥释放率速测仪(HTJT-6,鸿泰,中国)、全自动凯氏定氮仪(UDK159,维尔普,意大利)、多元素火焰光度计(XP,BWB,英国)、间歇自动分析仪(Smartchem200,AMS,意大利)。
植物根系分泌物分析	高效液相色谱分析仪(UPLC H-Class,Waters,美国)、旋转蒸发器(RE-3000A,亚荣,中国)。
植物溶液培养和缺素诊断	生化培养箱(LRH-250-G,一恒,中国)、等离子体(iCAP Qc ICP-MS, ThermoFisher,美国)。

2.5 学研结合,完善实验教学体系

山东农业大学经过长期的探索和经验积累,创建并实施了“一、二、三”的实验/实践教学体系。“一”即坚持一个核心理念——“学研结合”的实验教育模式。“二”即培养学生“创新、创业”两种能力,创

新能力是指坚持重点培养学生实践创新能力,创业能力是指学生用知识服务社会实现价值的体现;“三”即实行课堂、传统教学型实验室、国家级科研平台“三段式”培养,合理搭配和衔接理论学习、实验教学和科研探索的时间与内容,创新发展理论教

学、实验教育和科学研究有机结合。其中科学研究部分主要依托本科生科研训练计划(SRTP)来实施。SRTP是为在校本科生设计的一种科研项目资助计划,采取项目化的运作模式,通过设立创新基金和本科生自主申报的方式确定立项并予以资金支持,鼓励学生在导师指导下独立完成项目研究。它注重学生参与研究的学习过程,为本科生提供了直接参与科学研究的机会,引导学生进入学科前沿,了解学术动态,是“产学研结合”的有效手段之一。

完善植物营养学实验教学体系,将SRTP引入实验教学,将相关专业学生合理分配到国家级科研平台各个项目组中,这为平台科研活动提供了人力,间接增加了实验教学实践课时,使本科生在学习过程中将基础理论知识的建构与科学研究相结合,培养学生的信息搜集、提出、分析和解决问题及写作的能力,从而成为善于思考、有创新精神、能解决植物营养学实际问题的高素质人才,有效提高实验教学效率。同时将“植物营养学实验”课程评价以验收报告的形式完成,真正实现学、研高效结合。

3 结语

“十三五”新时期,依托国家级科研平台实施“植物营养学实验”教学改革,通过优化实验教学队伍、设计科研导向型的植物营养学教学方案、优化实验教学内容、产学研结合、完善植物营养学实验教学体系等措施,减少了传统教学模式中存在的技术人员配置不足、大型仪器设备缺乏、灌输式教学、实验内容模式化、实验教学课时安排不合理等问题,有效提高相关专业本科生的科研实践能力,增强其综合素质。

(上接第83页)

思维,有利于提高学生的知识转化能力、实验组织与实施能力,培养了学生的自主学习、自主实践、自主创新能力。

参考文献(References):

- [1] 刘志伟,屈年瑞,高大威.微生物学开放性实验的探索与研究[J].微生物学通报,2011,38(1):118-122.
- [2] 苏国韶,张小飞,秦钢年.综合型与创新型实验教学的改革与实践[J].高教论坛,2010,2(2):58-60,88.
- [3] 刘石泉,赵运林,雷存喜,等.自主研究性模式改革微生物实验初探[J].实验科学与技术,2011,9(2):118-120,187.
- [4] 段蓉,朱昌平,张亚新,等.创新型实验教学体系的探索[J].实验技术与管理,2010,27(10):156-158.
- [5] 吴旭,陈仁安,魏德志,等.论高校创新型实验教学体系的构建[J].实验室科学,2012,15(1):5-8.

质的培养力度。

参考文献(References):

- [1] 杨贵杰,孙力,崔乃政,等.空间矢量脉宽调制方法的研究[J].中国电机工程学报,2001,21(5):79-83.
- [2] 胡征.现代实验室建设与管理指南[M].天津:天津科技翻译出版有限公司,2014.
- [3] 陈金焕,陈欣.依托科技平台优势加强创新人才培养[J].中国高校科技,2011(10):22-23.
- [4] 刘媛,邹清,房川琳,等.无机化学实验教学改革与创新[J].实验科学与技术,2016(1):140-142,145.
- [5] 刘合满,曹丽花,张红峰,等.“植物营养学”课程实践教学内容的构建—基于西藏农业生产在植物营养方面的特点[J].中国林业教育,2016(4):34-37.
- [6] 赵东旭,杨新芳,谢海燕,等.生物技术综合实验教改的探索[J].实验科学与技术,2016(2):138-141.
- [7] 陆景陵.植物营养学[M].北京:中国农业大学出版社,2003.
- [8] 张文明,邱慧珍.“植物营养学”的教学改革与实践[J].河北农业大学学报(农林教育版),2015(6):101-104.
- [9] 王君,胡冬梅,程武,等.依托国家级科研平台促进林业创新人才培养实践与思考[J].中国现代教育装备,2015(13):65-67.
- [10] 朱英,李克强.持续加大科教领域改革创新力度为我国发展强基础拓空间增动能[EB/OL]. [2015-12-04]. http://www.gov.cn/guowuyuan/2015-12/04/content_5020105.htm.
- [11] 周鑫斌,刘峰,赖凡,等.《植物营养学》课程教学改革的探讨和实践[J].安徽农业科学,2010(32):18504-18506.
- [12] 王淳.土肥资源高效利用国家工程实验室建设项目通过验收[EB/OL]. [2015-11-24]. <http://soil.sdau.edu.cn/s/97/t/2200/07/75/info67445.htm>.

收稿日期:2016-12-12

修改日期:2016-12-24

作者简介:刘之广(1987-),男,山东烟台人,博士,实验师,主要研究方向为高校实验室建设与管理。

- [6] 陆源,厉旭云,叶治国,等.自主学习、自主实验、自主创新教学的研究[J].实验技术与管理,2012,29(6):11-16.
- [7] 邓妹纯,袁辉,邹智敏.学生自主设计实验教学模式的实践与探讨[J].陕西教育(高教版),2008(8):21,65.
- [8] 李兵,李鸿飞,刘中来,等.生物学研究创新型实验的探索与实践[J].实验技术与管理,2012,29(3):27-29.
- [9] 何翔.基于比赛作品分析的化学实验创新设计思考[J].化学教育,2014(13):66-69.

收稿日期:2016-09-04

修改日期:2016-11-11

作者简介:乔慧(1992-),女,内蒙古呼和浩特人,硕士研究生在读,微生物学实验课助教,主要研究方向为微生物工程的基础理论及应用技术研究。