

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2018.11.027

# 设计性实验教学在研究生创新能力培养中的探索与实践<sup>①</sup>

杨晓红, 王凯渊, 王兆春, 唐颖, 吴嘉荟

南方山地园艺学教育部重点实验室/西南大学园艺园林学院, 重庆 400715

**摘要:** 以研究生培养中开设的“植物显微技术”实验课为例, 开展了设计性实验教学在研究生创新能力培养中的探索与实践, 介绍了“植物显微技术”实验课的教学内容、教学方法、教学效果及教学思考. 实践证明: 设计性实验课的开设, 显著提高了研究生的科研素质和实验技能, 提高了研究生综合分析问题和解决问题的能力, 培育了创新精神和创新能力, 为后续科研任务的开展奠定了良好的基础.

**关键词:** 研究生课程; 设计性实验; 探索与实践; 研究生创新能力培养

**中图分类号:** G642.423

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-5471(2018)11-0166-06

创新是一个民族进步的灵魂, 是国家兴旺发达的不竭动力. 创新能力的高低是衡量一所大学人才培养质量的重要标志<sup>[1]</sup>. 实验教学对于提高学生的综合素质、培养学生的创新精神与实践能力具有特殊的作用<sup>[2-4]</sup>. 因此, 要提高高校对研究生创新能力的培养质量, 开设设计性实验课是培养研究生创新人才的重要环节, 也是研究生教育教学改革的重要举措.

研究生教育是培养高层次人才的主要途径, 是国家创新体系的重要组成部分<sup>[5]</sup>. 随着社会经济飞速发展, 创新能力强的高层次人才的培养是社会转型和发展的关键需要<sup>[6]</sup>. 近些年, 由于研究生招收数量的增加, 教育教学资源的不均衡不充分发展, 如何提高研究生创新和实践能力, 是当前研究生教育、教学改革的难点与关键点<sup>[7]</sup>. 为了响应新时期国家对生物学、农学领域研究教育教学的新要求, 充分利用生物实验教学优势, 提高研究生分析问题、解决问题以及创新的能力, 培养德、智、体、美全面发展, 能适应现代农林生产、管理、建设、服务等的全能型人才, 笔者对生命科学和农学类研究生的“植物显微技术”实验教学进行了改革, 重点开展了设计性实验教学在研究生创新能力培养中的探索与实践, 取得了较好的改革效果与经验, 希望对相关课程的教育教学改革有较高的借鉴价值和良好的示范作用.

## 1 设计性实验的涵义及特点

### 1.1 设计性实验的涵义

设计性实验是由教师根据教学大纲的基本要求和人才培养质量的需要, 给学生设计一些实验课密切相关的实验题目, 并提供完成这些计划的必备条件. 课堂中教师对各设计性实验的目的和要解决的问题提出

① 收稿日期: 2017-11-14

基金项目: 重庆市研究生教育教学改革研究项目(yjg143028)资助.

作者简介: 杨晓红(1963-), 女, 教授, 博士研究生导师, 主要从事高校植物学等相关学科的研究生教育教学.

来,并做一些初步的分析,让学生查阅文献自主学习和写出实验设计方案,经教师修改批准后进行实验,本质上就是模拟科研的全过程<sup>[8]</sup>。在实验的设计过程中,学生需运用已经掌握的一些基础知识和基本技能,查阅大量有关该课题的研究现状、研究方法和存在问题等的文献<sup>[9]</sup>,只有对课题认真学习和充分理解之后,才能设计出思路清晰和操作性强的实验方案。因此设计性实验教学是符合高等学校研究生实验课教育教学要求的高层次教学方法。

## 1.2 设计性实验的特点

与传统的验证性实验相比,设计性实验让学生具有主体性,实验方案、实验流程和实验操作整个实验过程由学生主动参与和完成,实验中出现问题由学生根据自己所学的基础知识并查阅相应资料自行解决,因此设计性实验突出了学生在实验过程中的主体地位。此外,设计性实验内容具有探索性,实验原理与方法具有多样性,实验技能具有综合性<sup>[10-11]</sup>,在实验中能够充分激发学生的开创性思维,促进创新能力的培养。

# 2 设计性实验教学内容

## 2.1 实验题目

“植物显微技术”课程共 36 学时,实验课 16 学时,设置 8 个实验,每个实验课堂教学 2 学时,不足时间课后自行安排时间完成。设计性实验题目为:实验一 显微镜和数码显微系统的工作原理、环境参数设置及应用;实验二 植物不同器官的表皮制片、形态结构及其系统演化的潜在价值分析;实验三 未知植物粉末鉴定原理及其在生产生活中的现实意义;实验四 维管植物输导组织的整体制片、形态观察与系统演化特征分析;实验五 不同植物雄性生殖单元的显微制片与生物多样性分析;实验六 生物共生关系的建立、共生结构的观察及共生意义分析;实验七 植物顶端分生组织的整体制片、染色体行为观察及其在倍性育种研究中的意义;实验八 植物无融合生殖现象分析及试验证明。

## 2.2 实验技术

### 2.2.1 显微镜的正确使用

要求熟练掌握光学显微镜的结构和使用规程,熟练掌握现代数码显微系统的成像原理、操作技术及应用领域。

### 2.2.2 主要实验方法

根据具体实验项目的目的,巧妙结合适宜的农艺技术,熟练掌握和运用临时制片法、表皮剥离法、表皮印迹法、组织离析法、整体制片法、徒手切片法和石蜡切片法<sup>[12]</sup>等常规制片方法,观察、记录和分析实验结果,达到正确回答科学命题以及解决生产实际问题的目的。

# 3 设计性实验教学方法与手段

设计性实验与以往传统实验不同,将教师单向传授的被动的、验证性实验学习课逐渐向教师引导、学生能动学习的设计性实验课转化,以学生为主,教师指导为辅,提升研究生科学素质。

## 3.1 教师布置任务

教师通过建立的网上教学互动平台,公布实验项目与教学要求,提出与“植物显微技术”课实验相关的生产实际或科学研究中存在的相关案例,并引导学生对案例进行分析,提出需要通过显微技术解决的问题。

## 3.2 学生查阅文献

学生课后自行查阅相关文献,对进行文献综述,了解该实验项目的研究进展和水平,明白开展实验项目的科学意义和生产实际价值。

### 3.3 学生初拟实验方案

学生在对查阅文献进行综述或归纳总结的基础上,自行初步拟定实验方案.

### 3.4 师生讨论实验方案

教师针对实验内容,将学生按 2~3 人进行分组,引导学生对自己拟定的实验方案进行充分的可行性分析与讨论,教师对各方案进行点评,对学生的各套方案进行鼓励,同时提出建议意见,各小组再根据师生分析讨论的结果,进一步修订、完善和确定实验方案.

### 3.5 学生独立完成实验

学生按照小组开展实验,小组成员分工与合作.同一个实验项目各组实验条件与材料必须相一致,互为对照.

### 3.6 小组讨论并行交流

小组先对实验结果进行观察,分析与总结,并在教师的组织下与其他组进行交流,陈述对课前提出的科学或生产问题的理解.

### 3.7 生成报告,教师进行总结

研究生根据实验结果完成实验报告,教师对实验报告进行评阅、总结与成绩评估.

## 4 设计性实验教学效果

### 4.1 提升了研究生探索性学习兴趣

采用传统实验教学模式,学生都是完全依照实验书进行实验和撰写实验报告,学生的积极性不高.而采取设计性实验方式,学生必须主动地学习、思考、分析和讨论才能决定实验方案,使学生全身心投入到实验的每一个环节.彻底改变了以前照抄超搬的枯燥实验模式,符合以学生为主体的教学理念,使学生由被动的接收知识转变为主动的去获取知识,极大地调动了学生的好奇心和学习兴趣.

### 4.2 锻炼了研究生文献综述以及科技论文的写作能力

文献检索、资料分析和科技论文写作是研究生科学研究能力培养中的重要环节,对科研决策、课题申报至关重要,是当代研究生必须具备的基本技能<sup>[13]</sup>.通过设计性实验课的开展,学生经历了查阅文献—设计方案—执行实验—完成报告写作的全过程系统训练,对学生后续开展毕业课题的综述文章的撰写和科技论文的写作影响深远,选课学生在国外 SCI 期刊上发表研究论文 1 篇<sup>[14]</sup>,在国家级 A1 期刊上发表综述论文 7 篇<sup>[15-21]</sup>、A2 期刊上发表研究性论文 5 篇<sup>[22-26]</sup>,其中有 2 篇 A1 为综述文章,11 篇为设计性试验研究论文(图 1),可以看出,设计性实验课为研究生们初步奠定了扎实的科研能力基础,既能发表高水平的综述文章,也可发表高水平的原创性研究论文.

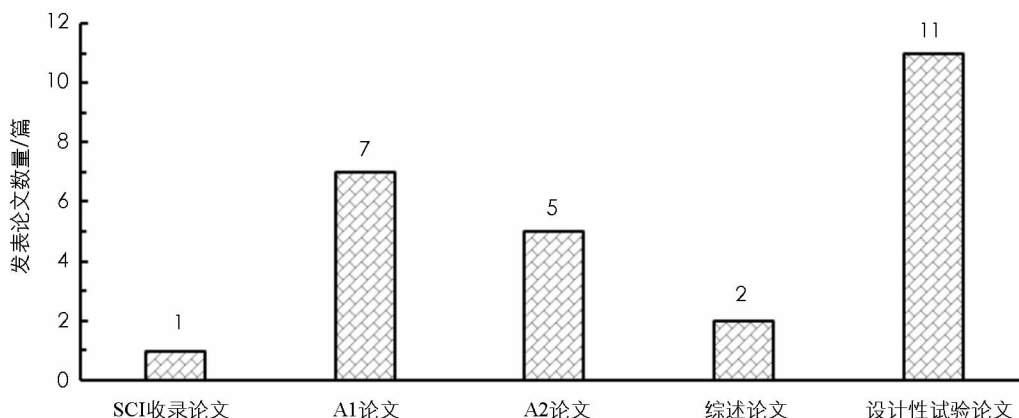


图 1 项目期间授课学生发表论文数量与质量分析

### 4.3 培育了研究生的团队协作能力和创新勇气

高等教育的主要目的在于培养研究生自觉探索学习的能力,培养研究生团结协作精神,以及分析问题、解决问题的能力和创新的能力<sup>[27]</sup>。设计性实验通过学生对所查到文献资源的鉴别、分析以及归纳的过程中,培养了学生分析问题与解决问题的能力。实验小组是设计性实验的基本单位,要完成任务,就需要学生高度的责任心和严谨工作作风,共同处理实验中的异常现象和问题,从而培养了学生团队协作精神。此外,设计实验中的每一个环节对于研究生来说可能都是全新的,由于分组实验,实验主体有变化,实验结果就可能超出预知的结果,学生必须对实验中出现的现象以及实验结果进行分析总结,从而逐步培养他们树立起勇于探索、勇于创新勇气。

### 4.4 提升了研究生科技成果水平和科技创新信心

“植物显微技术”开展的设计性实验教学探索,2015-2017年期间行课实践3次(1次课/年,实施3年),初步取得了良好的教学效果,选课学生受该课教育教学思想的影响,在国内外高水平学术期刊上发表文章13篇,其中SCI期刊上发表学术论文1篇<sup>[14]</sup>,A1学术期刊上发表学术论文7篇<sup>[15-21]</sup>,A2学术论文5篇<sup>[22-26]</sup>,说明学生的科学素养和科研能力得到显著提高,科技成果喜人,从而进一步提升了研究生们从事科技创新的信心。

### 4.5 促进了教师业务水平的持续提高

由于设计性实验提高了学生主动性以及学习兴趣,使他们提出许多问题与老师共同讨论,这样就促使教师认真备课和钻研有关业务知识,不断学习新的知识和技术,促进了教师业务水平的持续提升,保证教育教学质量的不断提高。

## 5 研究生设计性实验的思考

### 5.1 关于教学大纲和实验教材

以往的实验教材或指导书,作为设计性实验的教材是根本不适合的,这就要求在开发设计性实验项目的同时,进一步编写与之相适应的教材或指导书,修改教学大纲,增加设计性实验比重。在新的大纲中,删除一些陈旧的不必要的单个基础性实验,更多地将这些基础实验融入到设计性实验内容中。

### 5.2 关于实践环节的师资

设计性实验教学对实验教学教师、管理人员的素质要求很高,研究生的动手能力、创新能力及综合思维能力的培养需要实验教学人员的指导或引导,这就要求教师本身具有较强的科研素养、动手能力和解决实际问题的能力。因此,高校应对教师及实验教学管理人员定期加强培训,提高业务水平、动手能力以及综合素质,建立一支相对稳定的实验教学队伍,并且充分调动这支队伍参与设计性实验教学改革的积极性,才能从根本上确保实验教学的质量。

### 5.3 关于实践环节学生自身问题

由于设计性实验实践过程中工作量大,投入精力较多,实验结果可能超出预期,个别学生信心不足,出现畏难情绪,加上传统实验长期积淀所形成的习惯,使得学生在实验过程的不同环节均对教师有不同程度的依赖,这部分学生明显缺乏独立思考、大胆创新和勇于质疑的科研精神。此时需要师生间的频繁互动,才能引导和激励学生在实验过程中克服畏难情绪,勇于探索和创新。

### 5.4 关于实验课的课时计算问题

设计性实验课的开设,需要教师和学生花费大量的时间去做实验前的准备工作,因此,不能按照传统的验证性实验课的课时计算方法来计算设计性实验课的课时,对开课教师成倍付出的辛勤劳动应予以适当的肯定和鼓励;教师也应多提倡奉献精神,用心尽力地做好设计性实验课教育教学,为国家培养高素质的科研人才做贡献。

## 5.5 关于实验场所及经费

研究生各小组的实验设计方案具有多样性特点,在实验实施过程中,实验场地不足的矛盾十分突出;同时,由于设计性实验的开展,仪器设备及实验药品消耗较大,必须考虑到实验耗材的成本问题,因而高校应充分重视设计性实验教学的开展,提供专门的经费支持,保证学生创新能力培养所需要的良好实验教学条件。

## 6 结 语

设计性实验是帮助学生树立正确的科研精神、提高实验技能、培养创新能力的重要途径。通过设计性实验教学的改革实践,从总体上提升了“植物显微技术”实验课的教学质量和水平,进一步培养了学生理论联系实际的科学态度,培养了学生分析问题、解决问题的能力,显著提高了学生的科研素质、实验技能及创新能力,为后续毕业论文的科学研究工作奠定了较为坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 殷秀慧,朱 团. 设计性实验对大学生创新能力培养的研究 [J]. 科技资讯, 2012(15): 205-205.
- [2] 张 俐,李文哲,刘建宇,等. 设计性实验对大学生创新能力培养的研究与实践 [C]// 高教科研, 2006.
- [3] 邓红梅,周 天,王 春,等. 开设综合性、设计性实验教学探讨 [J]. 实验科学与技术, 2012, 10(4): 148-151.
- [4] 赵相君,张培培. 开放性实验教学促进学生创新素质培养的探讨 [J]. 湖北广播电视大学学报, 2013, 33(2): 97-98.
- [5] 佚 名. 教育部 国家发展改革委 财政部 关于深化研究生教育改革的意见 [J]. 云南教育: 视界时改版, 2013(16): 21-23.
- [6] 倪春林,杨乐敏,周家容,等. 农业院校研究生创新实验项目的设计与实践 [J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(1): 169-172.
- [7] 左 欣,郑 尚,于化龙,等. 创新型研究生实验教学模式的研究 [J]. 教育教学论坛, 2017(7): 268-269.
- [8] 雷宇凌,赵 栩. 综合性、设计性实验设置与学生能力的培养 [J]. 实验教学与仪器, 2006, 23(4): 33-34.
- [9] 殷秀慧,朱 团. 设计性实验对大学生创新能力培养的研究 [J]. 科技资讯, 2012(15): 205-205.
- [10] 孙艳影,刘伯阳. 开展设计性实验提高学生的创新意识和能力 [J]. 医学研究杂志, 2012, 41(10): 199-200.
- [11] 张小林,周美华,李茂康. 综合性、设计性实验教学改革探索与实践 [J]. 实验技术与管理, 2007, 24(7): 94-96.
- [12] Miffy. 植物实验中常用的几种制片方法 [J]. 2011.
- [13] 何邦平,盛春泉,王小燕,等. 开放设计性实验教学探讨 [J]. 药学教育, 2007, 23(2): 49-50.
- [14] SHI Song-mei, CHEN Ke, GO Yuan, et al. Arbuscular Mycorrhizal Fungus Species Dependency Governs Better Plant Physiological Characteristics and Leaf Quality of Mulberry (*Morus alba* L.) Seedlings. *Frontiers in Microbiology*, 2016, 7: 1-11.
- [15] 段倩倩,杨晓红,黄先智. 植物与丛枝菌根真菌在共生早期的信号交流. *微生物学报*, 2015, 55(7): 819-825.
- [16] 刘家艳,曹 敏,唐 许,等. 桑及菌根桑在库区消落带的生态重建功能及应用潜力. *生态学报*, 2016, 36(1): 22-29.
- [17] 宋文俊,蒋园园,吕思思,等. 烟秆栽培杏鲍菇中烟碱含量和氨基酸成份分析. *园艺学报*, 2016, 43(S1): 2660.
- [18] 蒋园园,王凯渊,王 涛,等. 白芨种子萌发优化培养基研究. *园艺学报*, 2016, 43(S1): 2680.
- [19] 卢 敏,王兆春,王凯渊,等. 石斛兰种子中内生菌的分离及其对幼苗生长的影响. *园艺学报*, 2016, 43(S1): 2668.
- [20] 雷晓丽,卢 敏,杜奕林,等. 红心火龙果在北缘引种地区(四川南充)试验调查. *园艺学报*, 2017, 44(S1): 2524.
- [21] 王凯渊,王兆春,王 涛,等. 干旱胁迫下两种樱桃砧木叶片结构变化的研究. *园艺学报*, 2017, 44(S1): 2475.
- [22] 王凯渊,蒋园园,宋文俊,等. AM 真菌与镉互作影响桑生长和无机元素吸收转运. *菌物学报*, 2017, 36(7): 996-1009.
- [23] 曹 敏,余 米,卢 敏,等. 菌根桑苗在石漠化和消落带地区逆境胁迫下的生态适应性. *蚕业科学*, 2017, 43(2): 0189-0195.

- [24] 陈珂, 刘霁瑶, 杨晓红. 成年银杏非花果期性别特征的表观差异性分析. 西南大学学报, 2017, 39(7): 17-24.
- [25] 段倩倩, 杨晓红, 黄先智. 石漠化地区生态桑林根际土壤微生物资源多样性研究. 西南大学学报, 2017, 39(7): 25-29.
- [26] 黄茜, 陈珂, 刘霁瑶, 等. SCAR 分子标记和叶形分析对银杏性别鉴定的研究. 西南大学学报, 2016, 38(3): 6-69.
- [27] 刘竹琴, 刘艳峰. 设计性实验教学探讨 [J]. 实验技术与管理, 2005, 22(6): 97-99.

## Exploration and Practice of Designing Experimental Teaching in Cultivating Innovative ability of Graduated Student

YANG Xiao-hong, WANG Kai-yuan,  
WANG Zhao-chun, TANG Ying, WU Jia-hui

*Key Laboratory of Horticulture Science for Southern Mountainous Regions, Ministry of Education /  
School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China*

**Abstract:** The cultivation of innovative ability of postgraduates is an important part of postgraduate education. In this paper, a research course of graduate education, plant microscopy, has been taken as an example to explore the exploration and practice of designing experimental teaching in the cultivation of innovative abilities of postgraduates. The teaching of plant microscopy is introduced. The necessity of design experiment, teaching content, teaching methods and means, teaching effect. Practice has proved that students' experimental skills, quality of scientific research, students comprehensive analysis of problems, problem-solving skills and innovative ability have been significantly improved, laying a solid foundation for their future participation in scientific research.

**Key words:** graduate course; designal experiment; explore and practice; culture in innovative ability of graduate students

责任编辑 潘春燕