

励耘拔尖学生生物学综合实验的课程设置与探讨

李万杰¹, 宋宏涛², 向本琼²(✉)

1. 北京师范大学细胞增殖及调控生物学教育部重点实验室, 北京, 100875

2. 北京师范大学生命科学学院, 北京, 100875

摘要:“大学生优选计划”是教育部从2009年开始在研究型大学实施的“青年英才开发计划”的子计划, 重点在于培养基础学科领域拔尖创新人才, 实施人才强国战略。北京师范大学在励耘拔尖学生近3年的教学实践中, 对本科生生物学实验课程的教学模式进行了改革, 将它们融入一种综合的、能动的和创新的的教育体系之中, 实施“先试验后理论再实践”的教学模式, 搭建本科生创新精神和科研能力培养新平台, 加强拔尖学生的科研实践, 综合提升学生的科研素质。

关键词: 生物学综合实验, 励耘班, 大学生优选计划, TTP 模式

Design and Discussion of Biology Comprehensive Experiment for Liyun Top Innovative Talent Classes

LI Wan-jie¹, SONG Hong-tao², XIANG Ben-qiong²(✉)

1. Key Laboratory of Cell Proliferation and Regulation Biology (Beijing Normal University), Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

2. College of Life Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

1 引言

教育部从2009年开始在国内一流研究型大学实施“基础学科拔尖学生培养试验计划”(简称“大学生优选计划”)。“大学生优选计划”是“青年英才开发计划”的子计划, 该计划主要目的是为了贯彻实施人才强国战略, 培养具有国际一流水平的基础学科领域拔尖创新人才, 着眼于创新人才的基础性培养和超前发

展, 促进国家基础科学研究水平的提升, 并为其他学科的发展提供源泉和动力; 同时大力推进国家研究型大学拔尖创新人才培养模式和机制的全方位创新, 带动整个高等教育人才培养质量的进一步提高^[1]。

北京师范大学是入选“大学生优选计划”的19所高校之一, 同时学校的“拔尖计划”也被列入国家教育体制改革试点项目和北京师范大学“985工程”^[2]。从2010级开始在全校范围内选拔优秀学生组建励耘学院“基础理科拔尖学生培养实验班”(以下简称“励耘班”), 配备一流的师资, 营造一流的学术氛围和开放的交流平台, 探索拔尖创新人才培养规律, 努力培养兴趣浓厚、志向远大、基础扎实、能力突出、德才兼备、勇于创新的拔尖学生, 为其成为基础理科(数学、物理学、化学、生物学)的领军人物、知名学者

收稿日期: 2014-04-15; 修回日期: 2014-07-20

基金项目: 北京师范大学教学建设与改革项目(项目编号: 12-02-16)和中央高校基本科研业务费专项资金(项目编号: 2013YB48)

通讯作者: 向本琼, E-mail: xiangbq@bnu.edu.cn

奠定坚实基础^[3]。对入选该计划的学生采取导师制，并且在导师指导下实施“宽口径、厚基础、高素质、强能力、个性化、开放式”的拔尖学生培养模式。

在此背景下，依托生科院长期的教育积淀，借鉴国内外的先进经验以及部分一流学术大家的真实体验，生科院为生物学方向的拔尖学生设置了新的培养方案。此方案在宽口径基础理科培养的基础上，完全打破传统的“先理论后实验”的模式，探索“先试验后理论再实验”（Test, Theory and Practice, TTP）的模式，以期能更好地培养学生的实验技能和科学研究思维。由此我院以生物学实验技术与方法为主线，重构了一套全新的实验教学体系，为他们设置了具有特色的专业实验课程，即“生物学综合实验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ”四个模块，其中Ⅰ和Ⅱ两个模块涉及生物学宏观方面的内容，而Ⅲ和Ⅳ两个模块则以生物学微观方面内容为主，以保障他们能在有限的时间内顺利适应后期的科研训练和将来的科研工作。

生物学综合实验高年级微观部分，即Ⅲ和Ⅳ模块，从2012年春季开始开设，采取小班授课的形式，共运行10240人学时（每学期128学时），课程内容分别涵盖了生物化学与分子生物学、植物生理学、细胞生物学、生物技术、发育生物学、细胞药理学等微观生物学内容，并通过几个具有连贯性的大实验将课程内容中重要的知识点及实验技能有机地结合在一起。本课程还针对“自主科研设计”等环节，对实验室采取全天开放的管理模式^[4-7]。目前，经过了2届学生（2010级和2011级）的实践与总结，本课程已经基本成型，并向着好的方向发展。

2 课程在本专业及“励耘班”培养计划中的定位

实验技能是生命科学体系中的重要组成部分，也是人类认识自然、利用自然的重要手段和工具。迅猛发展的生命科学已经成为科技发展和社会进步的重要支撑，在人类社会生活中扮演着越来越重要的角色。相应的，生物学实验知识和技能也逐渐成为生命科学领域中必不可少的环节。

经过了三个学期的学习之后，励耘班本科生基本上掌握了生命科学宏观生物学的基本理论及其相关的实验技能，而本课程在此基础上通过课堂教学和课外探索，大力推进研究性教学和自主性学习，利用启发

式、讨论式、探究式等教学方法引导学生主动参与实验的设计与操作^[8]。通过“构建原核表达工程菌”“表达和纯化外源性目的蛋白”“缺素培养对植物生理生化指标的影响”“细胞培养及药物处理”“植物转基因技术”等大实验，一方面训练学生实践动手能力和科研思维，另一方面也在实践中总结和升华理论知识。在培养学生动手能力的同时，结合生活生产实际，激发学生的学习兴趣和学习潜能。注重课堂教学与科学研究训练的结合，培养学生科学的思维方法和独立的科研能力，着力提高学生的批判性思维和创新意识，提高学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，为以后成为基础理科的领军人物、知名学者奠定坚实基础。

3 课程内容安排

由于生物学实验具有涵盖内容多、关联性强、实验耗时长等特点，为了保证实验课程的完整性，“生物学综合实验Ⅲ和Ⅳ”是作为一个整体而设计和安排的，并且其中各个实验部分在时间上均有交叉覆盖。“生物学综合实验Ⅲ和Ⅳ模块”涵盖了分子生物学、生物化学、植物生物技术、细胞生物学、植物生理及发育等知识模块。具体的实验课程内容及所涉及的知识模块如下：

- 3.1 碱性磷酸酶的原核表达与纯化（46学时）：由“构建原核表达工程菌”“原核诱导表达外源蛋白”“蛋白产物的分离与纯化”和“蛋白质含量及活性测定”几部分组成，其中涉及分子生物学和生物化学的知识及技能要点。
- 3.2 植物转基因技术及产物鉴定（42学时）：包括“拟南芥生活史观察”“农杆菌介导浸花法转化拟南芥”“农杆菌介导叶盘法转化烟草”“农杆菌介导直接注射法转化烟草”“转基因植物鉴定及性状观察”，其中涉及植物发育学、植物生物技术、分子生物学等知识模块。
- 3.3 动物细胞培养技术（34学时）：包括“动物原代细胞培养”“动物细胞传代、冻存、复苏及计数”“细胞结构的染色与观察”“细胞转染技术”和“RNAi技术”，所涉及的知识点为细胞生物学和分子生物学。
- 3.4 抗癌药物处理肿瘤细胞及效果检验（24学时）：此部分为细胞学综合实验，包括设计实验，选择不同的抗癌药物，设计处理浓度及时间，通过MTT法、细胞荧光染色、流式细胞术等手段检验

药物处理结果。

- 3.5 植物缺素培养及其影响 (34 学时): 包括“缺素培养番茄苗”“缺素培养对植株形态的影响”“缺素培养对代谢水平的影响”“缺素培养对保护酶系统活性的影响”“缺素培养对转录水平的影响”, 所涉及的知识模块为植物生理学、生物化学和分子生物学。
- 3.6 自主科研设计 (12 学时): 学生以小组为单位, 自由选择感兴趣的方向或者科学问题, 制定科研计划, 并以研讨的形式进行论证。对于论证通过的实验计划鼓励学生利用课余时间进行实验探索。

4 教学目标及方法

本课程的目标为培养具有综合科研能力的拔尖人才, 故如何激发学生对科研的热情? 如何将科研思想有机地融入在课程当中? 在理论知识尚未学习的情况下, 如何开展好实践? 以及如何在此实践的基础上总结和升华理论? 等问题成为该课程的重点、难点。

针对上述问题, 本课程采用多元化教学组织模式, 将教师启发式教学、学生为主的探究式教学方式与学生基于互联网的自主学习模式相结合。

- 4.1 采取课堂讲授与自学相结合的方式的教学。每节课都会留下思考题及实验设计思路, 引导学生通过查阅参考书及互联网资源, 预习相关知识点, 熟悉实验设计方法, 锻炼学生科研能力。
- 4.2 采用案例教学方法。在每个实验中, 都会介绍一些应用实例, 并通过介绍研究性论文, 讲解其实验设计思路, 即需要通过什么实验证明作者的想法, 几个不同的实验结果之间是如何相互验证的等等。
- 4.3 运用多元化手段激发学生的主动性。采用大量的教学图片、动画、视频资料、多媒体课件等教学资源^[9,10], 帮助学生理解实验原理及背景知识, 激发学生的科研热情, 并已获得良好的教学效果。
- 4.4 针对励耘班学生科研技能训练的要求, 增加了学生自行设计实验的内容。让学生根据自己的兴趣选择一个研究方向或科研问题, 设计实验加以探究或证明, 最后通过 powerpoint 课件的形式与全体同学讨论。自主设计实验极大地激发了学生的求知欲、好奇心和科研兴趣。另一方面, 鼓励学

生把完成科研项目过程中所遇到的具体问题拿到课堂上讨论, 并尝试多种条件与方法, 不仅使学生在愉快学习中获得良好的教学效果, 同时也使学生的科研基本能力得到了锻炼。

- 4.5 强化实验记录和课堂讨论。以实验记录的形式将课堂上所涉及的实验原理和拓展应用总结归纳, 并以课堂讨论的形式活学活用所学到的知识与技能, 升华相关理论。
- 4.6 充分利用学校的 BB (blackboard) 平台, 建设生物学综合实验教学网站^[11,12]。将课堂相关的背景知识和拓展内容, 包括生物化学、分子生物学、细胞生物学、植物生理学等学科的核心知识, 研究技术的原理与动画演示, 实验操作演示视频, 最新相关领域的研究进展 (包括研究性论文及综述全文), 微观生物学领域相关的诺贝尔奖历史, 科研项目研讨论坛等, 上传至该平台, 让学生能够有目的地进行预习和复习。并利用电子邮件、QQ 群、微信群等学生易接受的交流方式进行课堂内容讨论, 充分调动学生的自主能动性。
- 4.7 考核方式采用多元化的考核评价体系, 即关注所有与科研相关能力。强调学生的创新性和对理论知识及实验技能的灵活应用能力^[13], 同时关注其研讨积极性、科学敏感性, 以及分析和表达能力等, 将科研能力的培养贯穿整个教学过程。

5 学生的评价与反馈

本课程尚属摸索发展阶段, 但经过两年的教学实践, 已经培养了一批具有专业技能和相当科研水平的学生, 在接下来的科研工作中发挥潜能。对学生的问卷调查显示, 学生普遍反映通过对本课程的学习, 实验技能方面有了大幅度的提高, 并且激发了对理论知识学习的兴趣。

- 5.1 在课程设置上, 从“验证性”向“研究性”转变, 突出培养学生的创新能力和发散性思维。通过自主性和研究性学习, 让学生预先了解理论知识和技术原理, 调动学生的主动性。通过自主科研的立项、论证过程, 充分激发学生的好奇心, 培养其发现问题、解决问题的能力。对实验、科研课题的设计和实验技能的应用有了深入的了解和体会。
- 5.2 在教学模式上, 注重对学生科研能力的训练。通过“从实践到理论再到实践 (TTP)”的方式,

注重理论知识、实验技能与科研实践的有机结合, 使实验课程本身更贴近科研, 学习课程中能够体会到真正做科研的感觉。

- 5.3 在教学方法上, 积极引导将课程所涉及的实验技能灵活运用, 并帮助学生培养正确的科研思路和设计实验的基本能力。通过积极引导, 培养学生的科研思维能力, 增强课堂互动和课堂外的自主学习。对科研工作也有了亲身体验, 并能很好地适应接下来的实验室工作。
- 5.4 在评价体系上, 关注所有与科研相关的能力。实行多元化考核指标, 紧密联系科研水平。

参考文献

- [1] “大学生优选计划”以特殊措施培养特优学生 [J]. 党建研究, 2011 (8): 44.
- [2] 钟秉林, 董奇, 葛岳静, 等. 创新型人才培养体系的构建与实践 [J]. 中国大学教学, 2009 (11): 22-24.
- [3] 虞立红, 李艳玲, 李敏谊. 本科优秀人才培养模式探索——北京师范大学励耘实验班建设与改革经验 [J]. 中国大学教学, 2009 (1): 24-26.
- [4] 宋象军, 汪春华, 刘太林, 等. 营造实验室开放环境, 引导学生自主实验 [J]. 实验技术与管理, 2008, 25 (1): 19-20, 37.
- [5] 郑炯炯. 高职院校培养创新能力人才下的开放实验室建设探析 [J]. 中国科学创新导刊, 2013 (20): 22.
- [6] 张彩红, 许宏山, 虞春生, 等. 创新型人才培养视角下的高校实验室发展路径 [J]. 实验技术与管理, 2013 (7): 188-192, 197.
- [7] 于文静. 开放实验室如何更好地为大学生创新服务 [J]. 华章, 2013 (12): 210.
- [8] 彭安, 向本琼, 张根发, 等. 大学生物开放性和设计性实验教学探讨 [J]. 中国大学教学, 2007 (3): 53-55.
- [9] 李晓舟, 王林. 多媒体教学系统在化学实验课中应用的现状分析及解决方案 [J]. 科技信息, 2013 (12): 123.
- [10] 王议忆, 周展来, 李卫先. 浅谈中药炮制实验课多媒体教学的运用 [J]. 时珍国医国药, 2007 (10): 2594.
- [11] 高增平, 张未未, 崔文, 等. 利用BB平台提升中药化学双语教学效果的研究 [J]. 中医教育, 2011 (6): 44-46.
- [12] 曹岩, 郑铮. BB平台在医学教学中的应用 [J]. 中国科教创新导刊, 2012 (1): 108.
- [13] 张庆芳, 迟乃玉. 微生物学实验教学考核评价体系的建立及实施 [J]. 微生物学通报, 2009 (9): 167-170.

(责编 高新景)