

基于综合实验设计与实践的生物类本科生创新技能提升研究

韩宏岩, 许维岸* (苏州大学基础医学与生物科学学院, 江苏苏州 215123)

摘要 综合性实验训练是培养生物类本科生创新技能的一个重要环节, 以加强生物科学专业本科生自主创新能力的宗旨。采用以学生为主、教师为辅的一整套实验教学模式, 对综合实验教学计划安排与实验分组、实验内容确定、实验方案设计与具体实施、实验结果汇报与讲评以及综合性成绩考核等, 对苏州大学基础医学和生物科学学院对生物类本科生综合性实验教学模式进行一系列改革与探索。实践证明: 这种综合性实验教学模式可以极大地激发学生的求知欲, 并有助于学生自主创新学习的培养以及实验技能的提高。

关键词 实验教学; 综合性实验; 创新技能

中图分类号 S-01 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)15-07011-03

Improving Innovative Skills for Biology Undergraduates Based on Integrated Experimental Design and Practice

HAN Hong-yan et al (School of Biology and Basic Medical Sciences, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123)

Abstract Comprehensive experimental training is a key process for undergraduates to improve their innovative skills. Teaching model of comprehensive experimental training is proposed and conducted focusing on doing the experiment by students on their own with the help of teachers. According to the experiment schedule, the experimental project design and demonstration, experimental item selection and process of implementation, presentation of experimental results and their comments by supervisors and detailed marks in school reports. A set of the teaching reform and innovation in integrated experimental training were reformed and explored for the biological undergraduates at the School of Biology and Basic Medical Sciences of Soochow University. The teaching pattern is an effective practice in stimulating the knowledge desire of students, and provides students with a good chance of self-expression for the cultivation of their independent developments and creative thinking.

Key words Experiment teaching; Integrated experiments; Innovative skills

生物科学是当今自然科学中发展最为迅速学科之一, 生物科学研究涉及当今国民经济持续发展的人口、环境、粮食、能源等全球性问题。国内外众多科学家预测, 生物科学将是 21 世纪的领先学科之一, 对生命之谜的探索一直吸引着一大批有志学生投身于生物科学研究领域。高等院校的实验教学是实现创新人才培养目标的重要教学环节, 能够锻炼大学生科学思维方式和科研探索能力, 提高他们综合分析问题和解决问题的能力, 对培养创新型人才具有重要意义^[1]。综合性、设计性实验是一种开放式、学生主动参与程度更高的实验教学模式, 对于培养学生的自主意识、实践能力和创新思维, 提高学生综合素质具有极其重要的意义。教育部在“普通高等学校本科教学水平评估方案”中明确提出了有综合性、设计性实验的课程占实验课程总数的 50%~60%^[2]。因此, 开设综合性实验、设计性实验和研究性实验对于提高学生的动手能力和创新意识是当前实验教学改革的总体趋势。为适应生物类专业大类招生, 改变过去由于专业划分太细, 造成学生知识面既窄又零碎。自 2008 年来, 苏州大学基础医学与生物科学学院进行一系列生物实验教学改革, 配套出版了生物学实验指导丛书, 除了基础性和验证性实验外, 还包括“生物学综合实验指导”^[3]。通过生物综合实验教学的改革, 最大限度地锻炼学生灵活运用所学知识和独立思考、自主创新的能力。

1 综合实验计划安排与实验分组

开设生物综合性实验必须符合学生的认知规律, 要有一

个循序渐进的过程。在开设综合实验之前要求学生已经具备较全面的生物学专业基础实验知识。因此, 为更好地体现生物实验教学的连续性和专业课程之间的衔接, 在学生修完基础性和验证性实验教学之后, 将综合性实验安排在第三学年第二学期末, 并集中在连续 6 周时间内完成。针对综合实验课程的特点, 实行全天开放性实验教学, 这样既可以排除其他教学任务的干扰, 又有利于学生有充足的时间和精力完成实验, 并能让学生在这样的集中训练中体会到科学研究中时间统筹规划的重要性, 树立他们的科学利用时间的观念。通过综合实验的集中训练使学生对如何开展科学研究有一定的理解, 在实践操作中锻炼学生独立自主地开展实验研究, 为学生即将在第四学年进入毕业设计做好准备。实验小组由学生根据自己的兴趣和爱好进行自由组合, 通常安排 4~6 名学生为 1 组。这样的分组方式既能充分利用现有的各种实验教学资源, 最大限度地锻炼学生的独立实验能力, 又能很好地训练学生相互协调配合的团结合作精神。

2 综合实验内容设计确定

2.1 实验内容与教师科研方向相结合 综合实验选题从教师的科研领域进行筛选, 以科研成果从实教学内容。实验题目的选择根据学生的兴趣和特长, 由实验小组自己决定选题。实验内容涉及动物生物学、植物生物学、微生物学、生物化学与分子生物学和细胞生物学等领域的实践操作, 共选编了 24 个综合性实验课题, 涵盖生物化学、生理学、酶学、分子生物学、细胞生物学、酶工程和基因工程等方面。每个实验题目之下含有多个小问题, 再根据具体要解决的小问题分为若干小实验。如, “动物不同组织器官胰蛋白酶性质的比较” “虾精氨酸激酶基因的全长 cDNA 克隆和序列分析” “绿豆超氧化物歧化酶的分离、纯化和纯度鉴定” “ α -淀粉酶的分离纯化及特性分析” “趋化因子受体 CCR5 的真核表达” 和 “小鼠

基金项目 国家自然科学基金项目资助(81071306)。

作者简介 韩宏岩(1964-), 女, 山东泰安人, 副教授, 从事生化与分子生物学研究, E-mail: hhy2469@126.com。* 通讯作者, 教授, 博士, 博士生导师, 从事生化与分子生物学教学与科研工作, E-mail: xuweiian@suda.edu.cn。

收稿日期 2013-05-08

卵母细胞减数分裂及微管动态的分析”等^[3]。在选题时教师充分考虑到题目所涉及的各种实验技术原理、方法和手段,优先采用学生在以往学习中已经了解和掌握专业知识和实验技术,目的是锻炼学生如何灵活运用这些实验原理和技术解决具体问题。在实验过程中,从试剂选择、溶液配置、仪器操作甚至结果处理均由学生亲自操作,并做好实验记录,以备教师查阅和分析总结。充分发挥学生在实践操作中的主观能动性,旨在让学生全面理解和体会实施一项科研活动所经历的主要过程,提高和锻炼科研素养。

2.2 实验内容与解决生产实际相结合 为体现生物专业应用性和实用性较强的特点,在生物综合实验内容中增添了一些与生产实际联系密切的生物实验技术。如,“环境条件对分批发酵的影响及其控制”“发酵类食品的制作与分析”“工业微生物菌种的选育”和“双水相萃取技术及其应用”等^[3]。这样选题既能使学生学以致用,形成可能具有实用价值的科研成果,又能提高学生将理论知识与生产实际相结合的能力,激励学生不断学习和探索,有助于学生与将来可能就业的岗位更好地衔接。

3 综合实验方案设计与实施

实验的构思与设计是关系到能否顺利完成实验目标的关键。所谓构思,就是实验方案的设计,它是实验准备阶段的另一项重要的工作。综合实验课设计的合理性和系统性对于学生实验综合能力的培养起着十分关键的作用。在设计生物实验过程中,紧密围绕实验设计的“三要素”,即实验对象、实验因素和实验效应为主线,教师引导学生开展自主设计实验方案。首先,提出要探究的生物现象和问题,明确要解决的问题,确立实验目标。如,“环境因素对鸡胚胎发育及子代高级认知功能有何影响?”“不同月龄小鼠心脏谷胱甘肽代谢是如何变化的?”“检测哪些生理生化指标能够揭示植物体氮代谢变化?”以及“如何采用农杆菌介导研究烟草的遗传转化”等^[3]。其次,要求学生主动查阅资料,利用已经掌握的理论知识和实验技术手段,拟定技术路线流程图,并对技术路线的科学性和合理性以师生互动的方式加以论证。最后制订详细的实验实施方案和具体实验操作步骤。在此过程中,教师提倡和鼓励多思多问,充分调动学生主动探究的积极性和想象力,对拟采用的关键实验技术方法、实验要求的条件、对实验结果有显著影响的因素进行研究探讨,对预期的实验结果进行预判,实验具体操作之前使学生做到心中有数。

综合性与设计性实验是承继中学阶段的生物学探究性实验的理念、实现以学生自我训练为主的教学模式^[4]。在实验课教学过程中教师不讲述具体的实验步骤,只强调实验过程中的关键注意事项,教师深入到每个实验小组去观察、指导学生的操作方法、规范程度等,发现问题及时纠正,切实保证每个学生实验基本功达标。通过学生自行设计实验方案,培养了学生收集信息、分析问题、解决问题的能力,促进了学生对专业理论知识的综合运用,活跃了学生的思维。在实验设计和操作过程中,学生始终是实验活动的主体,充分发挥

主观能动性和创造性;教师给学生提供较宽阔的思维空间和选择余地,使学生独立解决实际问题的能力和创新能力得到提高。对实验中发现的问题通过教师与学生直接交流,营造了良好的师生互动的教学氛围,为学生充分发挥创造力提供了条件,拓展了学生视野,这一过程对于培养和提高学生的创新意识不可或缺。

在综合实验教学中,教师的辅助作用就在于全程跟踪学生的实验进程,进行有效地监督与指导。在实验具体实施过程中学生往往会碰到各种问题,教师采取集中讲评与个别辅导相结合的方法进行解答。对于学生中出现的共性问题集中进行交流与解答,而对于个别学生遇到的问题,则先让学生思考出现这种现象的原因,要求学生先分析问题,并提出解决的办法。教师在分析总结学生意见的基础上,提出改进的建议和措施,并与学生共同商讨制订解决问题的办法。因此,通过“以学生为主、教师为辅”的综合实验教学模式,可以培养学生独立思考的能力,促进组员之间密切协作。这样就会促进学生在发现问题、分析问题和解决问题的过程中不断积累经验、提高实验技能和创新意识,以适应社会对创新型人才的需求。

4 综合实验结果汇报与讲评

4.1 学生书面与口头汇报 学生将获得的实验数据进行生物统计处理,以图表展现实验结果,最终按照论文的格式,以小论文的形式提交书面实验报告。另外,要求学生撰写个人实验工作总结,对实验过程中出现的各种问题进行讨论与分析,畅谈个人心得体会。这样可以反映出学生在实验过程中的得与失,使学生能够合理地进行自我分析和自我评价,目的是不断总结经验,提高实验技能。该阶段有助于锻炼学生的实验数据整理和写作能力。通过规范的实验报告写作,一方面可以训练学生的书面文字表达能力;另一方面,在撰写报告的过程中,可以促使学生查阅更多国内外相关文献资料,提高其专业学术水平。

各实验组学生自己制作幻灯片(PPT),集中演示汇报实验结果,每组规定15分钟汇报时间。口头汇报能够锻炼学生的口头表达能力、逻辑思维的严密性和对实验结果的理解力。另外,安排10分钟的答辩时间,通过学生与学生、学生与教师之间的互动问答,增强了学生对知识探讨的热情,锻炼了学生的应变思维和口头表达能力,有利于提升学生的科学素养。

4.2 教师对实验结果评价 由于时间和条件的限制,每个学生不可能将综合实验的所有题目都亲自做一遍。为了充分利用教学资源,使学生能够相互学习,扩大知识面,在实验结果汇报全部结束后,教师对每组的实验报告进行集中讲评,目的是让各组学生了解各个实验组实验的优点和不足,以促进各组之间的广泛交流,达到取长补短的教学效果。

5 综合性成绩考核

在综合性、设计性实验教学中,既要放手让学生大胆地做,鼓励个性发展,又要加强督查和考核。生物综合实验采取独立设课、独立考核成绩的办法。教师将日常考核和技能

考核相结合,根据以下几方面进行综合成绩评定:出勤率占 10% (包括学习态度和主动性);实验操作的规范性,对仪器使用的熟练程度占 15%;实验数据的可靠性占 20%;实验报告的规范性、实验结果分析的科学与合理性占 20%;实验过程中分析问题、解决问题的能力占 30%;日常实验室卫生保持与整理情况等占 5%。成绩考核综合性采用教师与实验管理人员评价相结合,平时实验审核与最后结果评定相结合,这样有利于教师更好地监督、管理实验过程,全面考核学生的综合素质。

6 结语

现代生物学本身就是一门理论性、实践性和综合性很强的学科之一,各分支学科相互间紧密交叉,几乎涉及所有的科学领域。传统的生物实验多以验证性、孤立的基础实验为主,其教学方式是教师准备好实验所需的一切材料,讲清楚实验步骤,有时还做演示实验。学生只要按照教师设计好的实验内容与步骤做就可以了,难免造成学生被动地应付,完成实验报告,而忽视对实验现象、结果的深入思考,不能充分发挥学生主观能动性^[5]。这种以教师为中心的“传授式”且缺少学生主动参与的设计性和综合性实验,对于提高学生对实验知识的综合运用和动手能力有限,不利于学生独立思考、自主创新能力的培养。这样长此以往会使学生缺乏应变能力,最终导致学生失去学习兴趣。另外,教师也很难客观地评定学生的动手能力和创新思维能力。因此,实验教学方法的改革对于提高整个实验课程体系效果至关重要。

“授人予鱼,不如授人予渔”,培养学生自主创新能力是

(上接第 7010 页)

和经典的代表物种以及具有地方特色的常见物种,以数字化的技术直观地表现出来,以简明便捷的形式编排表现出来,并增加与学生的交流互动性,使其具有对用户友好的特点,再以网络技术与学院网页链接,这样就可以同时具备电子教案和数字标本馆的优势,克服上述网络课程和数字标本馆所存在的问题,既能满足课堂多媒体教学内容充实、丰富多彩、形象直观的要求,又适合学生课外使用网络自行探索学习的需求。这项工作既具有前瞻性又具有创造性和实用性,学生可以不受时间和空间的限制上网查阅植物标本,极大地丰富了教学资源,提高资源利用率和教学效果。

3.1 实用性原则 建立植物学所要求的门、纲、目、科、属、种的典型特征描述,配合经典代表性物种和具有地方物种特点的数字图片数据库,建立链接,使其可以依据植物系统分类呈现出来,同时根据课程特色,立足于当地植物资源优势,将植物学基础知识的学习与当地植物资源的开发、利用与保护相结合。在课件中融入特色内容,将多媒体课件、教学图片资源库、教学视频、在线试题等内容整合到网络课程中。除了按照传统系统分类编排外,还要建立其他的立足于生活实践的分类系统,如按照园林绿化、校园植物、粮食作物、蔬菜水果、中草药等分类方式编排,突出其与生活关联的特点和实践应用的特色,使学生的植物学学习与身边的生活知识

学校培养学生永恒的主题。一个生物科学课题实验研究往往要用多门学科知识,全方位地进行探讨,所做实验几乎都具有综合性。综合性实验既要传统的模仿型、验证性实验向研究型、创新性实验转变,培养学生创新能力,又要将被动地填鸭式的旧教学模式向主动的兴趣化的新教学模式转化,培养学生学习兴趣和探索科学的强烈欲望。面对当今多学科交叉与渗透,生物科学的理论和实验技术突飞猛进地发展的时代,深刻地影响着生物科学的研究思维模式和工作方式。因此,对教师提出了更高的要求,既要储备丰富的业务知识,又要对实验教学模式和相应的实验管理模式进行不断探索与改进,这是一个长期的教学相长和经验不断积累的探索过程。因此,除了要继续深入探索生物综合实验教学理念、创新意识和实验技能互相整合的机制外,还要优化与之配套的实验室管理模式,这样才能可持续地推进生物综合实验改革与发展,充分发挥生物综合实验在创新型人才培养中的地位和作用。

参考文献

- [1] 石山鹰,肖瑞泉. 实验教学改革与创新能力培养的探讨[J]. 实验室研究与探索, 2001, 20(5): 14-15.
- [2] 教育部. 普通高等学校本科教学工作水平评估方案(试行)(教高厅[2004] 21 号)[Z]. 2004.
- [3] 许维岸,张焕相,韩宏岩. 生物学综合实验指导[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2010: 3-227.
- [4] 韩毅强,高亚梅,王景伟,等. 生物类多学科综合实验教学的实践研究[J]. 高校实验室工作研究, 2009(4): 19-20.
- [5] 胡位荣,王进,汪超,等. 生物学科综合性和设计性实验教学状况的调查分析[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(8): 249-252.

紧密联系,有兴趣、有乐趣,从而达到更好的教学效果。

3.2 互动性原则 建立检索和查询系统,可以根据名称找到相应的植物图片及其有关资料,设置论坛等交流区,方便师生互动以及学生之间的讨论交流;开辟个人图片专栏,将野外实习、考察时拍摄的植物及植被的数码照片放入平台进行交流,通过大量不同地域、不同生境下植物图片的展示,帮助学生了解植物动态的生长过程,从而将抽象的专业知识简单化、直观化,而且在有限的时间内大大增加了教学信息量,活跃课堂气氛,提高了学生的学习兴趣^[4],建成的植物学开放式数字教学资源平台直观、形象、生动、丰富,便于查阅学习,同时可以更新升级,适于全院师生使用。

4 结语

建设植物学开放式数字教学资源平台是传统学科与现代信息技术结合,用以改进教学手段、提高教学效果的有益探索。对于学科之间相互借鉴、互相促进有着积极的作用,对于传统学科教学手段现代化具有重要意义。

参考文献

- [1] 周晓果,王道波. 校园植物信息系统在园林植物学教学中的应用[J]. 现代农业科技, 2012(1): 38-45.
- [2] 许竹君,田文雅. 基于校园网的数字化教学资源共享服务平台的建设[J]. 中国教育信息化, 2008(10): 44-45.
- [3] 刘艳莉,雨耕,程鹏,等. 数字化教学资源信息平台建设研究[J]. 现代远程教育, 2011, 134(2): 39-42.
- [4] 李臻琦. 《植物学》课程特色及教学体系的建设研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(2): 1247-1249.