

生物化学实验教学改革探索与实践

王青松^(✉), 胡晓倩

北京大学生命科学学院生物基础教学实验中心, 北京, 100871

摘要: 生物化学是生命科学类专业必修的专业基础课, 生物化学实验教学是学习好生物化学的重要环节。本文结合北京大学生物化学实验教学的现状, 以生物学学科实验技术的发展为依托, 以实用性和前瞻性为主线, 从教学内容、教学方式、考核方式及实验综合性等方面, 对生物化学实验进行了一系列的改革与实践, 着重培养学生动手能力、创新能力和主动学习能力, 有效提高了生物化学实验教学的质量, 取得了良好的教学效果。

关键词: 生物化学实验, 教学改革, 基础训练, 综合实验, 创新精神

The Teaching Reform and Practice of Experimental Biochemistry

WANG Qing-song^(✉), HU Xiao-qian

Teaching Center for Experimental Biology, College of Life Sciences, Peking University, Beijing 100871, China

引言

生物化学是生物科学、生物工程、医学、农学等生命科学类专业必修的重要专业基础课, 生物化学实验教学在生物学本科生培养过程中具有非常重要的地位和作用。北京大学生命科学学院生物基础教学实验中心的生物化学实验教学有着悠久的历史, 半个世纪以来, 随着生物化学实验技术的发展, 特别是近年来利用理科基地建设经费、国家 211 工程建设经费、世界银行贷款和学校专款及学校教学改革经费的支持, 建成现代化的实验室, 实验环境改善, 仪器设备更新, 为培养创新型人才创造了良好的条件^[1]。几十年的教学历程中, 北京大学生命科学学院开设的生物化学实验教学内容经历了从简单到综合、从定性到超微量定量分析的一系列改革过程, 不仅凝聚了众多教师多年的心血, 而且在提高

本科生物化学实验教学质量方面取得了突出的成绩^[2]。通过严格、全面的实验训练, 学生在基本操作、实验设计和解决问题的能力等方面有了很大提高, 为学生进入下一阶段的科研训练、参加科研组的课题研究打下坚实的基础。

1 重视素质教育, 培养科学精神

学生在生物化学实验的课堂上不仅仅是来学习实验技术, 同时要通过实验教学提高学生的综合素质, 例如培养自我保护意识、环保意识、协作精神和严谨的科学态度等。首先在绪论课上对学生提出要求, 然后学生在每次实验课中注意自己的行为, 教师起到监督的作用, 随时提醒。以下 3 个方面举例说明:

(1) **培养自我保护及环保意识:** 生化实验中经常用到有毒、腐蚀性的试剂, 在实验操作中注意自我保护, 实验室备有口罩、手套等用品, 学生根据需要随时取用; 对于废弃的试剂, 实验室备有回收桶集中回

收稿日期: 2013-09-05; 修回日期: 2013-09-25

基金项目: 国家基础科学人才培养基金资助 (J1103505; J11030632)

通讯作者: 王青松, E-mail: wangqingsong@pku.edu.cn

收废弃的有毒试剂；还有就是目前实验室大量使用的一次性塑料制品，要求学生节约使用，不做无谓的浪费。从这些方面培养学生自我保护和环保意识，养成良好的习惯，使学生在今后的科研工作中对自己严格要求。

(2) 培养学生良好的个人素质和团结协作精神：合作是现代科学研究的重要环节，因此在课堂上教师应引导学生学会如何与他人合作，培养良好的个人素质和协作精神。如很多实验需要两位同学合作来完成，有时会出现学生之间合作不和谐的现象，作为老师要引导学生学会尊重和理解他人，鼓励学生互助互利，发挥各自的优势，实验操作中互相配合，在实验中不仅仅掌握实验技能，同时认识到如何做人 and 如何与人合作的重要性，在整个实验过程中做到顾大局、懂谦让、有分工、有协作、讲秩序。学生实验合作的过程是一个不断磨合的过程，通过克服因性格、动手能力、理解能力等多方面的差异所造成的困难，逐步培养成相互理解、配合默契的协作关系，使学生懂得科学研究不是个人的行为，而是要靠很多人共同协作来完成，实验成功是共同努力的结果，实验失败一起分析原因。

(3) 培养学生严谨求实的科学态度：严谨求实的科学态度是从事科学研究必备的品德，教师应在实验教学中培养学生精益求精、不断进取的科学精神和严谨求实的科学作风。每一步看似简单的操作步骤都有它内在的道理，学生只有养成严谨细致的作风，严格遵守操作规程，才有可能得到可靠的实验结果。课上教师要求学生认真及时记录实验原始数据，如实处理数据，对实验结果的合理性进行科学地分析，找出操作中的问题，而不是盲目地追求漂亮数据，更不允许对实验结果造假，这是科学研究中不可饶恕的错误。

2 重视基础训练，培养动手能力

实验科学仅仅学会书本上的理论知识是不够的，培养学生的实验技能是实验课的主要任务。不管是多么先进的实验技术，多么复杂的操作过程，都离不开基础操作，忽略任何看似简单的操作细节，都可能影响实验结果的准确可靠。所以训练基础实验技能应贯穿于实验教学的始终，例如洗刷玻璃仪器、配制溶液、各种基本生物化学仪器的使用等都是必须训练的基本

实验技能。以配制溶液为例，学生要了解电子天平的量程、准确度和正规操作程序，了解所配溶液用到的各种试剂的作用，会不会发生反应来确定加入顺序，哪些挥发性的溶液要在通风橱里操作，哪些试剂需要事先配制成贮液最后按比例加入，溶液配制后的保存方式如密闭避光、低温等。在教学中的每个实验都有各种溶液需要学生亲手配制，看似简单的溶液配制需要学生掌握很多相关的知识。移液器的使用是现代生物学实验不可或缺的重要操作，从微升到毫升体积的溶液吸取都离不开移液器，因此实验过程中正确使用移液器对于加样的准确度、实验成功与否、移液器使用寿命及维护非常重要。我们在实验课上首先给学生详细讲解移液器的操作使用规范和注意事项，例如禁止用移液器吸取强酸、强碱及强腐蚀性液体，使用完后需要将移液器量程调回最大刻度等。在老师亲自示范后，首次使用时认真检查每个学生的操作，并在以后的每次实验课中随时检查。课堂上学生受到基础训练的同时还应不断提高动手能力，合理安排时间，动手的同时勤动脑，掌握实验成功的技巧，得到准确可靠的实验结果。

3 重视理论学习，调动学习积极性

实验课是学生将理论知识运用到实践的过程，课前学生应学习相关的实验原理，了解实验内容，这样在课堂上才能做到有备而来，通过实践掌握实验技能。教师积极使用计算机辅助教学方式，通过北京大学现代教学网课前将课件上传^[3]，便于学生课前预习。将实验原理与操作注意事项整理成思考题，让学生查阅文献并制作幻灯片在课堂上讲解。思考题不仅包括与实验内容相关的实验技术，还有实验中和教材中没有涉及的最新实验技术，有浅有深，有基础有拓展，使学生扩大知识面，理论联系实际，学以致用。例如，在进行蛋白质含量测定的实验教学中，思考题除了实验涉及的考马斯亮蓝染色法外，还包括其他各种常用蛋白质含量测定方法的学习，这样以点带面，可以使学生在有限的时间内学到更多的实验方法；再如思考题中“介绍现代生物质谱在蛋白质组学研究中的应用”、“简要介绍高通量测序技术及其在现代生物学研究中的应用”等，内容拓展到更高层次的前沿实验技术，开阔了学生的眼界，鼓励学生进入更深层次的学习。每次实验课都会安排时间让学生讲解、讨论思

考题的内容，充分利用多媒体教学的特点，采取互动和示范的形式，使每位学生都有机会在查阅文献、制作幻灯片与口头表达能力等各方面受到训练。学生对这种教学形式十分认可，珍惜每次的锻炼机会，非常认真地准备幻灯片，讲解时也会和台下学生互动，进行讨论。通过改变以往单一的教学方式，充分发挥和调动学生的学习积极性和主动性，鼓励学生拓宽知识面，不仅掌握课堂上有限的实验内容，同时还了解了更多相关的实验技术，为高年级和日后深造打下良好的基础。

4 加强实验综合性，开拓学生视野

生物化学各个实验技术之间联系紧密，加强实验的综合性能让学生系统学习和掌握生物化学实验技术，增强实验的研究性和创新性，有效提高学生的兴趣。目前教学内容综合性强，如“谷胱甘肽转硫酶的动力学研究”是以科研内容为基础而设计的酶促动力学综合实验，包括亲和层析纯化、测定酶活力、测定蛋白质浓度、计算比活力的提高倍数及总活力的回收率、测定米氏常数及最大反应速度等内容，相关综合实验的设计成果已经在国内核心期刊发表^[4]。最近在实验教学中通过设计绿色荧光蛋白 GFP (green fluorescent protein) 的原核表达、镍柱亲和纯化、荧光分析、SDS - 聚丙烯酰胺凝胶电泳、蛋白质免疫印迹、质谱鉴定、ELISA 测定 GFP 抗体效价等一系列实验，涵盖了生命科学中最常用的生物化学实验技术，各个实验之间衔接紧密，充分体现了实验的综合性和完整性，相关成果已经被《实验技术与管理》接收。通过使用高效的蛋白质半干转印仪，有效提高了蛋白质免疫印迹的效率，灵敏度达到纳克级。蛋白质质谱鉴定实验由于质谱仪昂贵且测试费用较贵，目前主要通过讲解和讨论的方式让学生了解现代生物质谱技术及其应用，准备逐步在实验课中开设。总之，通过加强实验内容的综合性，在重视基础教学的同时，引入前沿生物学技术的学习，有效提高学生的兴趣，开拓学生的视野，教学水平和效果得到显著提升。

5 多元化的成绩评价方式

生物化学实验课的成绩评价应该要综合全面地反映学生对实验理论的学习掌握、实验动手能力、

结果的总结能力以及写作能力等^[5,6]。以往主要通过实验报告和平时实验操作两部分对学生的成绩进行考核，考核方式较为单一。我们目前将生物化学实验成绩分为实验操作、实验结果、思考题讲解、小测验及实验报告 5 个部分，一是实验操作成绩 (30%)，主要考查学生的平时实验操作；二是实验结果成绩 (30%)，主要评定细胞色素 C 含量测定、酶联免疫吸附测定 (ELISA)、SDS - PAGE 电泳结合蛋白质免疫印迹共 3 部分的实验结果；三是思考题讲解成绩 (10%)，主要对学生针对思考题制作的幻灯片及讲解打分；四是小测验成绩 (10%)，通过 10 道简答题考核学生实验过程中对实验原理、操作及仪器使用等方面的学习情况；五是实验报告成绩 (20%)，主要考查学生实验数据分析、总结及写作能力。成绩评价方式更为多元化，能更好地评价学生的实验能力，使实验成绩更能全面、公平地反映学生的实际水平。

总结

生物化学实验是生命科学类专业开设的重要实验课，教学过程中经过不断探索，取得了显著的效果。教学内容注重理论与实践的密切结合，以重视基础训练为主线，使学生掌握了生物化学实验的基本实验技术，在提高学生动手能力的同时，最终以提高学生分析问题、解决问题的能力，提高学生创新能力为培养目标。把实验教学与科学研究紧密结合，实现实验内容的综合性和前瞻性，实验教学中注重训练学生基本实验技能的同时激发学生探索求知的欲望，拓展学生的视野，培养学生的创新精神，将课堂上学到的理论知识学以致用。在生物学实验技术飞速发展的今天，我们力争与时俱进，根据研究型大学的发展目标与人才培养要求，努力为国家培养出适应时代发展的高素质创新性人才。

参考文献

- [1] 郝福英, 许崇任, 苏都莫日根. 整合实验资源深化实验改革培养生命科学基础人才 [J]. 中国大学教学, 2006, (1): 47 - 48.
- [2] 陈来同, 胡晓倩. 教师在生物化学实验教学中的作用与探讨 [J]. 高等理科教育, 2008, (3): 101 - 102.
- [3] 赵国栋, 原帅, 李志刚. 利用 E-learning 创建研究型大学

- 教学新体系——以“北大教学网”为例 [J]. 现代教育技术, 2010, 20 (8): 5-10.
- [4] 胡晓倩, 陈雅蕙, 邓爱平, 等. 谷胱甘肽转硫酶酶促动力学实验设计 [J]. 实验技术与管理, 2002, 19 (1), 27-31.
- [5] 杨志伟, 刘晓晴, 徐爱红, 等. 生物化学实验教学的改革与实践 [J]. 实验技术与管理, 2005, 22 (9): 7-10.
- [6] 赵云涛, 刘海, 任鹏康, 等. 生物化学实验课程化的改革与实践 [J]. 生物学杂志, 2011, 28 (4): 99-101.

(责编 高新景)