

在化学生物学实验中开设小班式创新实验的尝试

张荣兰* 杨维兴 王骊丽 申烨华 赵建社

(西北大学化学与材料科学学院, 西安 710069)

摘要: 以化学专业大四本科生为研究对象, 尝试在化学生物学创新实验课程中开设小班式创新实验, 从实验内容、教学方法等方面设计创新实验, 培养学生综合运用大学前3年所学的基本知识和基本实验技能, 提高学生的综合能力和创新意识。

关键词: 创新实验; 小班式课堂; 综合能力; 创新意识

中图分类号: O6-339; G64

An Attempt of Innovative Experiment Offered to the Small-Sized Class in Chemical Biology Laboratory

ZHANG Rong-Lan* YANG Wei-Xing WANG Li-Li SHEN Ye-Hua ZHAO Jian-She

(College of Chemistry & Materials Science, Northwest University, Xi'an 710069, P. R. China)

Abstract: We attempt to offer the innovative experiment to the small-sized class in the chemical biology laboratory for the senior undergraduates majoring in chemistry. The innovative experiments are designed in terms of experimental content and pedagogy, among others, in order to foster the students' ability to apply the basic knowledge and experimental skills in the first 3 years and to further improve their comprehensive ability and creativity.

Key Words: Innovative experiment; Small-sized class; Comprehensive ability; Creativity

近年来, 在大四本科生课程教学中开设小班式创新实验课, 成为加强本科生创新能力和学科素质教育的重要环节。西北大学化学与材料科学学院国家级化学实验示范中心通过开设化学生物学创新实验的教学实践, 加强了学生实验的综合能力, 提高了学生的学习兴趣及创新能力, 收到了较好的教学效果。化学生物学创新实验室具备基本的化学合成和生物合成条件, 实验中心拥有色谱、紫外、荧光等测试仪器, 为开设小班式创新实验提供了良好的实验条件。

1 开设化学生物学创新实验课程的教学意义

化学生物学是一门基于化学原理研究生命过程的基础二级学科。化学生物学作为用化学的理论和研究方法研究生命现象及生命过程的化学基础, 通过探索干预和调整疾病发生发展的途径和机理, 为新药的研发提供必不可少的理论依据^[1,2]。

本实验的教学对象为化学专业的大四本科生, 他们已学习了基本化学知识和基本实验操作技能,

*通讯作者, Email: zhangrl@nwu.edu.cn

基金资助: 国家基础人才培养基金(J1103311, J1210057)

具备了完成综合创新实验的能力。在大四时,大部分学生已为自己的未来做了大致规划(有的上研究生,有的找工作)。开设化学生物学创新实验的目的在于将国内外研究热点融入教学,为即将进入研究生阶段学习和踏入工作岗位的学生做好知识的衔接,让他们提前接触科研前沿。这样既能培养他们的科研创新能力,也可以开拓他们的视野。由于资源限制,一些传统的实验,尤其是涉及使用大型仪器的实验都是每组由8-9个学生组成,分3-4组,整个班级在一堂课上完成,在实验过程中,教师难以兼顾到每个学生,学生的动手机会很少,很多学生感觉实验枯燥乏味,这样不利于调动学生的积极性;而开设小班式创新实验课堂,每堂课安排6人,分3组进行实验,不仅教师可以充分地顾及到每一位学生,而且有利于促进学生本身对创新实验产生浓厚的兴趣。本文将化学生物学创新实验之一“人工金属核酸酶-邻菲罗啉铜配合物的合成及其与DNA作用”为例,介绍在化学生物学实验中开设小班式创新实验。

2 创新实验课的组织实施

2.1 灵活安排教学方案

传统上,实验课是大课堂,教师对每一个实验都严格地按照教科书的安排,对于实验目的、实验原理、实验步骤等,一般都是先由教师逐一讲解,之后再安排学生动手操作。这样对于一些实验(尤其是一些比较简单易行的实验)来说会浪费很多时间。虽然教师在费心费力地讲解,但实际上学生并不感兴趣,甚至会产生逆反心理或者觉得教师怀疑自己的实验能力。这种不信任的感觉甚至会导致学生对教师讲解的排斥,使教学效果大打折扣。而对于一些有一定难度、部分内容需要重点讲解的实验,这种不分主次的讲解又会使实验过程拉得太长,在不知不觉中消磨掉学生做实验的热情。

开设小班式实验课堂可以灵活地避开以上的问题。教师可以根据学生的实际水平及对知识的掌握程度结合实验类型等实际情况,合理安排教学方案。比如在实验“人工金属核酸酶-邻菲罗啉铜配合物的合成及其与DNA作用”中,邻菲罗啉铜配合物的合成需要较长的时间,为了充分利用时间,教师可以先系统地分主次给学生讲解实验步骤与方法,充分调动学生的动手积极性,让学生在合理安排时间的同时自己动手做实验。为保障学生实验操作的规范化,在讲解过程中,对于诸如放药品、放磁子等基本操作都让学生回忆一下基础实验课所学的正确操作,并至少要求一名学生示范该步骤的规范操作。在实验过程中教师可以仔细观察每个学生实验时出现的问题以及可能存在的误区,适时给予强调和指导;在必要时再由教师做示范。表1列出了我们对创新实验教学的时间安排,由表1可以看出,学生在创新实验中的参与时间远远高于传统的实验教学模式,更能体现出以学生为主体,由教师启发引导的互动教学模式。

表1 传统实验教学模式和创新实验教学模式时间安排

实验项目	内容与参与者	时间安排	
		传统实验	创新实验
实验讲解	教师	1 h	30 min
	学生	0	20 min
实验操作	学生操作	2-3 h	4-6 h
	教师点评	5 min	20 min
实验总结	组内总结	0	20 min
	师生互动	5 min	30 min

在实验过程中,为了让学生感受到主动参与和动手的乐趣,培养学生分析问题、解决问题的能力,在实验动手操作之前可以给学生提出几个问题,这样一来可以让学生对整个实验的关键点有清晰的认识;二来带着问题做实验更容易激发学生的好奇心和求知欲,巧妙地调动他们对实验的兴趣。这

样的学习效果会比传统的“填鸭式”教学要好许多。这对于基础实验已经很熟练的大四学生来说尤其重要，在未来他们有人可能要承担许多大型实验的操作，所以我们要在为他们打好基础、树立自信心的同时还要刻意培养他们发现问题、解决问题的能力。一个要在未来担起大任的科学实验者除了需要有扎实的科学知识，更需要有敏锐的洞察力和灵活多样的解决问题的能力，而大四阶段就是培养他们这些能力的关键时期。

在邻菲罗啉铜配合物的合成实验中，将6名学生分成两人一组，让他们互相配合、积极参与到实验过程中。在实验前可以提出：(1) 配合物是在无水乙醇溶液中反应生成的，需要在烧瓶中室温搅拌反应5 h，为防止灰尘等杂质的混入，反应时盖上了真空塞，但如果室温较高，烧瓶盖上真空塞，塞子容易崩出去，对此应如何改进实验装置；(2) 根据以前所学知识，回忆配合物有哪些合成方法。让学生根据在理论课上所学的知识和基础实验中所学的操作经验，对这些问题做出相应的推测和答复，教师根据学生的回答适时进行正确的评价和引导。由于是让学生带着问题做实验，所以学生在实验过程中更加主动，有效地提高了学生参与实验的兴趣。根据学生对问题的回答，再加上教师的正确引导，可使学生认识到在烧瓶上装一个冷凝管是最好的改进方案。这样既培养了学生发现问题、解决问题的能力，还帮助学生进一步掌握配合物的合成原理和方法。

为使学生更多地了解科学前沿，学会主动思考，培养学生的逻辑思维能力，在小班式创新实验课堂上，我们增加了相应实验要求。比如在本实验中，不仅要求学生熟练地掌握金属配合物反应的原理与操作方法，熟悉抽滤、旋转蒸发仪、熔点仪的操作，掌握用紫外分光光度计测定DNA纯度的原理与操作，掌握金属配合物的表征(包括人工金属核酸酶-邻菲罗啉铜配合物与DNA分子相互作用的光谱性能和电化学性能)，掌握邻菲罗啉铜配合物与DNA结合常数及结合位点的计算；还要求学生在实验后查阅相关文献，了解人工金属核酸酶的研究进展、应用价值和研究意义，了解人工金属核酸酶与核酸酶的专一性作用；了解有关分子识别及其在分子水平上金属配合物与生物分子(DNA)相互作用的研究，并通过阅读文献写一篇不少于1000字的论文，作为期末考核内容。

2.2 互动讲解创新实验知识

传统实验教学基本都是以教师的系统讲解为主的教学方法，形式比较单一，教师占主导地位，学生下面被动的接受，缺少发问及参与的机会。而小班式实验课堂能够克服传统实验教学课堂枯燥无味，学生怕教师、不敢提问等弊端。6个学生坐在教师周围，与教师近距离接触，这种面对面的交流方式不会使学生产生恐惧心理。学生在教师的引导下进行有目的、有计划的学习。教师在课堂上与学生互动，鼓励学生积极思考，注重培养学生的独立性和自主性；学生在课堂上大胆提问，积极讨论，勇于发表自己的观点。比如在讲解金属核酸酶与核酸可能发生的作用方式时，教师让学生结合自身的理解积极思考，展开讨论，每位学生都要发表自己的观点并说出理由。学生根据以前所学知识和自己的理解，大胆猜测：任何两种物质之间都有静电作用，它们也可能发生静电作用；根据以前所学配位化学知识猜测金属离子可能和碱基中的氮原子发生配位结合；知道DNA双螺旋结构有大沟和小沟，金属配合物可能会插进去发生插入结合等等。在每位学生发表自己的观点后，由教师给出详细的点评、讲解，并适当地对某些知识进行拓展。比如讲解金属配合物与DNA的配位作用时，教师会拓展顺铂(cisplatin)类药物在人体内发生抗肿瘤作用时就是以病毒的核酸为靶子，与核酸碱基通过配位结合的。师生间这种互动、提问、解答，调动了学生的积极性，能使学生在愉悦的情境中完成对抽象知识的学习，把学过的无机化学、材料化学与化学生物学的基础知识融会贯通，并主动参与到分析问题、解决问题中，从而提高思辨能力和创造能力。

2.3 全面讲解仪器分析实验

现代分析测试手段是我们认识客观物质世界的眼睛，越来越多的科研工作和生产实践离不开仪器分析，越来越多的学生反映在就业面试中经常会被询问到在校期间对各种分析仪器尤其是大型分析仪

器了解、掌握和应用的情况。对于大四学生来说,很多大型仪器是他们已经用过的,但教师当时只是对仪器操作进行讲解,在学生测完实验数据后,整个实验就基本结束了,很少留出充足的时间让学生独立思考。这样就难以在实验过程中调动学生学习的积极性和主动性,学生感受不到动手的乐趣,更谈不上操作能力的提高了。这种情况,对仪器分析实验教学提出了严峻的挑战^[3-5]。

我们采用小班式实验课堂,在仪器操作教学过程中,除了要求学生学会正确、安全地使用仪器进行实验操作,还要求学生测试对测试结果进行预测。我们开设该创新实验需要测试紫外光谱和荧光光谱,在测试之前,教师要求学生根据制备的配合物的结构特点,对配合物溶液中加入DNA溶液前后可能出现的光谱图变化进行推测,让学生带着自己推测的答案,积极投入到实验中去,充分感受主动参与和动手的乐趣。学生通过亲自动手测试紫外光谱,发现随着DNA浓度的增大,吸收光谱有明显的减色效应,并伴有一定程度的红移现象;通过测试荧光光谱,发现发射光谱随着DNA浓度的增大而增强。测试结果印证了他们的推测结论,这更加激起了学生实验的积极性和主动性。

2.4 成绩评定方法

为促进实验教学的改善和提高,采取有效的评价措施是很必要的。成绩评定的目的是促进学生在科学素养上获得发展提高,并具备良好的动手操作能力^[6]。传统的教学实验完成后,通常要求学生交一份按规定格式写出的实验报告,其中大部分内容都是照抄实验教材,结课后进行一次近乎形式的考试,这样的成绩评定难以提高学生的学习兴趣。把实验当做考试的目的,被动学习,不可能达到提高学生分析总结能力、训练学生科学思维的目的。开设小班式创新实验课,教师可以照顾到每一位学生,可以对学生在课上表现的每一个环节进行评定,其中包括考勤、实验操作、在实验讲解环节学生回答问题的情况、实验态度、实验报告等。实验报告采用发表论文的方式,格式相对灵活,有利于学生发挥各自优势,提交质量较高的实验报告。这样通过在实验过程中的行为来评价学生的学习情况,可以更真实、全面、公平地反映出学生对整个创新实验的掌握情况。学生也能根据自己每个环节的所得成绩,详细了解自己在实验过程中的优缺点,以便今后扬长避短。表2给出了“人工金属核酸酶-邻菲罗啉铜配合物的合成及其与DNA作用”实验的成绩评定标准细则。

表2 成绩评定标准细则

考核项目	内容	分值
考勤		5
实验预习	回答讲义上涉及的知识	10
课堂表现	听讲是否认真,回答是否积极等	15
实验操作、实验态度	认真、规范程度	35
纪律、卫生		5
实验报告	实验内容,小论文	30

3 开设小班式创新实验课的成果

(1) 提高了学生对实验的重视程度,激发了学生的学习兴趣。

兴趣是个体行动的巨大动力^[7]。学生只有对实验感兴趣,才能主动去了解实验、探索实验,积极思考和实践。本实验的选题与制药、生活的联系非常密切,容易使学生对实验内容感兴趣,他们对未来克服“癌症”等分子疾病充满了期待,充分感受到了学习化学生物学课程的重要性;他们相信:很有希望从人工金属核酸酶中遴选出一些与基因有关的疾病的“诊断试剂”和化学治疗药物。该种模式的创新实验大大提高了学生对实验的重视程度,激发了他们的学习兴趣。

(2) 提高了学生的实验操作技能和合理安排实验的能力。

开设小班式综合性创新实验在大学本科实验教材和教学中是很少见的。本实验包括配合物的合成

和后续的分析测试，配合物合成的纯度和收率会影响下一步的测试，因此学生对每个步骤都要仔细完成，这有助于提高学生的实验技能。在该实验中，配合物的合成需要5小时，在此期间，学生可以为下一步的测试做准备工作，如配制 Tris-HCl 缓冲溶液、DNA 溶液储备液等，在有限的时间内做多项工作，可以培养学生统筹安排实验的能力，为后续的科研工作打好基础。

(3) 拓宽了学生的科学研究思路，提高了学生的科学研究能力。

我们在教学中结合当前国内外的科研进展，设计了较为丰富的教学内容，创设了有利于学生自主探索的学习情境，让学生积极主动地参与到科学探究的活动中，充分发挥他们的主观能动性，使学生在学到前沿知识的同时，还能掌握科学探究的方法，提高科学探究的能力。在教学中，通过对创新知识的讲解，鼓励学生独立思考、设计实验，不仅调动了学生学习的主动性，还使学生的科学研究能力得以提高。

总之，与传统实验尤其是涉及大型仪器的实验相比，我们开设的小班式化学生物学创新实验取得了良好的效果。在创新实验的小班课堂上，整个实验过程都能体现学生为主体，教师为主导的良好氛围，使学生的综合能力在有条不紊中得到提升。

4 结束语

开设小班式创新实验课有助于激发学生的学习兴趣，充分调动学生学习的主动性。参与创新实验课堂的学生普遍感到很有收获，学会了主动思考，敢于发表自己的见解。在今后的实验课程中，我们要继续努力，改进实验中的不完善之处，不断更新教学观念，引入更多适应专业需要的创新实验，给学生以更多的锻炼机会，全面提高化学实验教学的水平和质量，为培养高素质创新人才提供一条新途径。

参 考 文 献

- [1] 马 林, 古练权. 化学生物学导论. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [2] 王骊丽, 申烨华, 杨科武. 大学化学, **2013**, 28 (2), 36.
- [3] 崔连义. 实验室研究与探索, **2011**, 30, 189.
- [4] 王宇昕, 张永忠, 徐雅琴. 实验室技术与管理, **2009**, 26, 135.
- [5] 鲍长利, 贾 琼, 陈 博, 宋乃忠, 张建会. 实验室研究与探索, **2009**, 28, 123.
- [6] 赵艳芳, 徐鲁斌. 大学化学, **2014**, 29 (1), 37.
- [7] 陈永宝, 瞿学红, 刘淑珍. 大学化学, **2013**, 28 (6), 17.