

生物化学实验教学课程化体系与方法的改革探索

闫国栋¹, 程瑛琨¹, 周毓麟¹, 吕绍武^{1,2}, 孟庆繁¹, 滕利荣¹(✉)

1. 吉林大学生命科学学院, 长春, 130012

2. 吉林大学分子酶学工程教育部重点实验室, 长春, 130012

摘要: 生物化学实验课程是高等学校生物学及相关专业学生的必修实验课程。本文根据生物化学实验教学课程化的特点, 结合工作实践, 在生物化学实验教学体系与方法等方面进行了改革探索, 制定了切实可行的有效措施, 提高了生物化学实验教学的质量, 培养了学生的动手能力和科学实践能力。

关键词: 生物化学实验, 综合性实验, 教学改革, 创新能力

Reform and Exploration of Biochemistry Comprehensive Experiment Teaching Method

YAN Guo-dong¹, CHENG Ying-kun¹, ZHOU Yu-lin¹, LV Shao-wu^{1,2}, MENG Qing-fan¹, TENG Li-rong¹(✉)

1. College of Life Science, Jilin University, Changchun 130012, China

2. Key Laboratory for Molecular Enzymology & Engineering of the Ministry of Education, Jilin University, Changchun 130012, China

概述

生物化学作为生命科学的基础学科, 已成为分子生物学、遗传学、细胞生物学、生理学等众多学科的重要支柱。近年来生物化学学科发展很快, 尤其是生物化学实验理论、技术和方法更是发展迅速, 已渗透到生命科学的各个领域。而生物化学实验对培养学生生物及相关专业的专业能力, 动手能力和科研思维具有举足轻重的作用^[1]。

生物化学实验课程传统的实验项目内容单一, 偏重于验证性实验, 而且重复实验多, 实验项目之间相

对孤立, 致使学生所掌握的知识难以连贯起来; 实验教学方法大多是教师随堂讲, 学生按部就班完成实验操作。教学中往往过多强调了教师的主体地位, 忽视了学生在实验中的主体作用。学生只知道怎样做, 至于为什么这样做, 可不可以那样做就很少过问, 学生的动手能力、创新能力得不到充分发挥^[2]。因此, 如何改革实验教学体系和完善实验教学方法, 已成为我们努力探讨的重要课题之一^[3]。

笔者结合多年生物化学实验课的教学改革实践, 以实验技术的应用为主线, 整合与优化生物化学实验教学内容, 进一步完善了教学方法和评价体系, 构建了生物化学实验教学新模式, 增加了知识的综合性、系统性、灵活性和应用性, 在培养学生的实践创新能力、科学思维和严谨的科研作风发挥了重要作用。

收稿日期: 2014-07-25; 修回日期: 2015-01-05

通讯作者: 滕利荣, E-mail: tenglirong@jlu.edu.cn

1 生物化学实验教学新体系的建立

1.1 内容的整合

1.1.1 加强生物化学课程之间知识、技术和方法的综合。把相关的简单实验整合成综合实验，培养学生综合运用基本技术和方法的能力

生物大分子的分离、纯化及性质鉴定是生物化学实验的重要内容之一，也是生命科学实验的基础。例如生化实验中的酶学和蛋白质部分，在整合前的实验内容为单一内容的6个实验，实验项目之间相对独立，缺少连贯性，缺乏相关内容之间的联系与渗透，实验内容和步骤固定，实验结果基本有预期，很大程度上限制了学生的积极创新能力和自主性（见图1）。

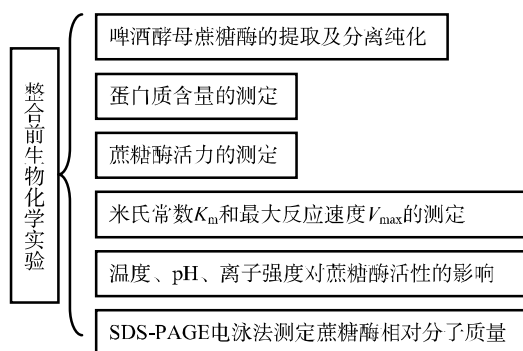


图1 整合前实验项目内容

针对这种情况，我们对实验内容进行了优化与整合，把以前的啤酒酵母蔗糖酶的提取及分离纯化，蛋

白质含量的测定，蔗糖酶活力的测定，米氏常数 K_m 和最大反应速度 V_{max} 的测定，温度、pH、离子强度对蔗糖酶活性的影响，SDS-PAGE 电泳法测定蔗糖酶相对分子质量6个小实验项目经过反复改进，整合为“蛋白质、酶的分离纯化与鉴定及反应动力学”综合大实验。

经过整合后实验的内容，不仅注重技术与方法的结合，而且更加注重实验内容的衔接性。整个实验内容将称量技术、离心技术、光谱分析技术、移液技术、离子交换技术、凝胶过滤层析技术、SDS-PAGE 技术等实验技术融入到实验项目中，重点培养了学生对现代生物学相关技术的掌握与应用，提高了学生的实验操作技能。同时整合前的实验项目设计衔接性不好，实验项目之间等待时间较长，有时甚至长达0.5~1小时，且等待期间没有安排实质性的教学内容。实验项目整合后，对实验教学过程进行重新规划，重新设计实验技术路线，将每个实验项目科学关联起来，每个实验项目都环环相扣，每一步的实验都将对最终的实验结果产生很大的影响。有的实验项目还可以灵活地穿插进行，提高实验效率。如在第一天的实验内容中，在酵母自溶的40分钟时间内，可以同时进行标准曲线的制作。这样的改革，涵盖的知识面更广，学生掌握的实验技能更多，使学生在做实验时，不是单纯停留在单个实验项目上，而是能够对实验有整体的认识，把整个实验贯穿于一体，增加了所学知识的综合性和连贯性，而且更有利于学生对知识、技术和方法综合运用能力的培养^[4-5]（见图2）。

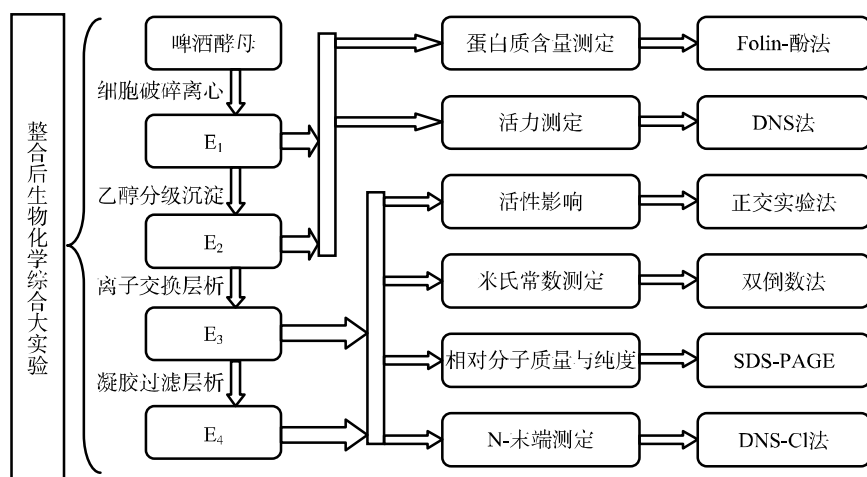


图2 整合后综合大实验项目内容

1.1.2 开设课程综合设计实验，补充实验内容的不足

以往的实验中，一方面学生在课上按照实验步骤按部就班地进行操作就能得到预期的结果，造成学生不善动脑。另一方面因实验课时有限，所涉及的生物化学知识点不能全部通过实验来完成。为了解决这个问题，我们在实验体系上，除了开展综合大实验外，还增加了设计实验。

设计实验由任课老师给出大概的题目或内容，要求学生结合已讲解过的理论知识，由学生自己查阅相关文献、设计实验方案等，然后按照规定格式总结上交。在完成设计实验的过程中，学生不仅学会了如何查阅文献、如何撰写实验方案，也巩固了学生的理论知识和实验设计水平。启发了学生的验证性和探索性思维。另外，还鼓励学生将实验项目和课题组项目相融合，使学生在完成实验课程的同时，进行科学探索，激发科研兴趣，变被动学习为主动探索。

比如针对已开设的酶学和蛋白质实验部分，其核酸和代谢部分作为设计实验部分补充所学知识，并且指导老师每年的给出的设计实验题目都有调整。以2013年的设计实验为例，给出的设计实验题目为：①动物肝（脾）DNA、RNA的分离及含量测定。要求利用利用实验没做的方法分离DNA和RNA，并设计测定RNA、DNA含量测定。重点考核设计的提取分离方法的可行性和测定方法的准确性。哪种动物的肝（脾）也自行选择设计。②植物种子萌发前后蛋白质、核酸、糖、脂质含量变化测定。要求检测种子萌发时气体体积变化速率，蛋白质转化率；总糖的测定；测定脂肪含量的方法；植物组织提取DNA、RNA的方法；DNA、RNA、蛋白质纯度的鉴定方法及含量的检测方法。哪种的植物种子也自行选择设计。对每个同学设计也有统一要求，设计内容可自主选择，二选一或多选一，题目自拟，一人一组，并按照统一模板进行填写，其设计的实验方案列入本学科的实验成绩。几年来学生通过这样的训练，丰富了课堂的理论和实验知识，取得了较好的学习效果。同时，设计实验的开设还可以反映学生独立完成课题的能力，如查阅资料、实验设计、实验技术的应用、实验理论的理解、存在问题的讨论和分析以及论文的写作等能力，从而对学生实验作出综合全面的评定^[6-7]。

1.1.3 应用信息化教学手段，辅助实验教学

信息化教学手段是经典技术与现代化技术相结合，使实验模式多样化，形成师生互动的动态教学实验模式，有利于培养全面发展的、具有较高素质的人才。在实验中应用电脑技术作为一种教和学的媒体，具有交互性，提高了学生参与的兴趣，既形象又直观。近年来我们非常重视信息化建设，通过国家级实验示范中心网站、国家精品资源共享课平台、吉林大学课程中心等网络平台，制作了生物化学实验理论讲授视频10个、实验操作和实验讨论视频录像4个、课件13个、预习测试卷2套、实验样卷2套、安全环保教育课1套，生物学基础实验素材资源库等生物化学的信息教学资源，这些资源可在网站上进行观看和下载，有利于学生扩展知识面。同时学生还可以通过上述平台进行网上选课、网上预约、成绩查询等事宜，使整个实验教学不再受时空限制。

采用信息化教学手段制作的资源内容丰富多彩，提高学生兴趣，提高实验效率，同时开阔了学生的知识视野，促进了学生自主学习、合作学习和研究性学习，使学生充分利用课外时间进行知识的学习，使学生的有限在校时间发挥更大的学习效益^[8]。

1.2 注重生物化学理论教学与实践教学有机结合

统一制定生物化学理论与实验教学大纲，由理论课主讲教师负责对应实验课程的建设，保证了生化理论课与实验课的统筹协调。涉及生物化学实验的理论与方法，在实验前讲授单独讲授，解决实验独立设课后学生的理论课和实验课内容合理衔接问题。

2 生物化学实验教学方法及评价方法的改革

2.1 教学方法的改革

2.1.1 增加对比性实验

对于蔗糖酶实验，以往在粗酶提取时只是使用细胞自溶的方法进行提取，现在增加了不同的提取方法，如超声波破碎、研磨、反复冻融等提取方法，学生可以自主选择感兴趣的提取方法进行实验（见图3）。



图3 不同的提取方法举例（超声波破碎法与自溶法）

以往在柱层析实验时，通常使用相同的层析柱。加入了对比性实验后，部分同学用短粗的层析柱，部分同学用细长的层析柱，所需实验材料、试剂相同，层析介质的体积也相同，只是层析柱不同。实验结束后，学生自己可以进行比较，哪一种提取方法的酶活性高、不同的提取方法会出现什么不同的现象、哪一种层析柱的分离效果好、为什么会有这样的结果。通过增加对比性实验，启发了学生的思考问题、探索问题的能力，提高学生观察和综合分析能力，引导学生的发散思维（图4）。

2.1.2 教学的组织与管理

生物化学综合大实验不同于创新性、设计性实验，是一门独立的实验技术课程，涉及一些学科前沿的新理论、新知识，所涉及的理论知识面广、实验方法多。由于综合大实验的相对复杂性，需要打破传统的专业实验教学的组织形式，我们做了以下的探索。

(1) 实验前的统一讲授。为了让学生对实验有整

体性的认识，并且能够有足够的时间进行实验原理和方法的预习，把综合实验的每个项目中联贯通，会在实验课开始前进行统一的理论讲授。以前在进行讲授时，对一个年级的所有同学统一进行理论讲授，讲授完后进入实验室进行实验。往往在讲授结束后，有的班级不能在短时间内进入实验室，等实验时所讲授知识已遗忘，不利于实验教学的开展。改革后，我们在实验课开始前一周，以小班的形式进行实验理论的讲解，主讲老师由实验课的指导老师担任，教师根据实验内容扩充足够的理论知识，让学生了解实验项目的研究意义，更好的理解实验原理。

(2) 仪器开放训练。生物化学实验涉及的仪器设备众多，主要有紫外可见分光光度计、电泳槽、紫外检测仪、记录仪、电子天平等，为了保证综合实验的顺利开展，在实验开始的前一周统一进行仪器培训训练。实验技术教师把所涉及仪器分别进行介绍讲授，学生掌握仪器的使用方法与注意事项。我们的实验室

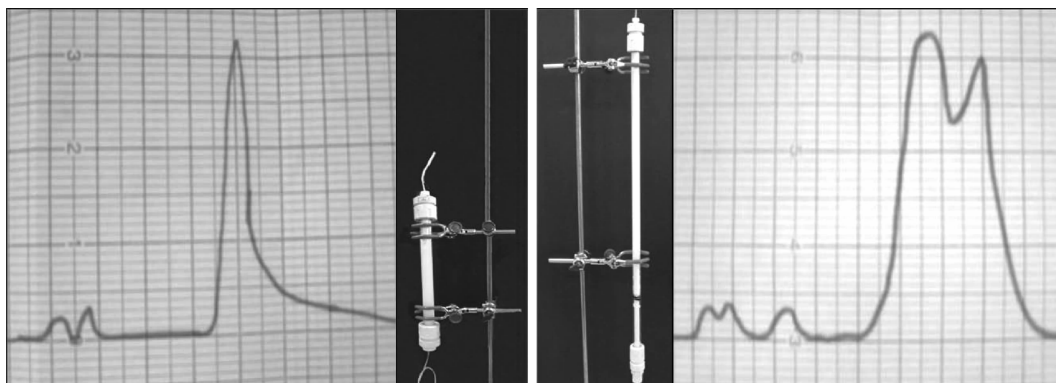


图4 不同组别的层析柱装置及图谱对比

实行 24 小时开放，在讲授完成后，学生可以利用课余时间自主来实验室练习仪器操作。同时，精品资源共享课网站上有仪器设备的使用视频、课件，学生可以进行观看，也可以与老师在线交流，便于复习与巩固所学知识。在实验课开始之前，进行仪器使用的考核，经考核合格后，发给学生仪器使用合格证书，方可进入实验室进行实验。该种改革模式，不仅提高了仪器使用的完好率，而且调动了学生实验的积极性。

(3) 实验预习情况的考察。为了考察每个学生的预习情况，每天实验开始前都会进行一次 10 分钟左右的随堂小考，考察学生对当天实验的预习情况，便于教师掌握当天实验的进展情况，随堂考成绩将作为生物化学实验成绩评定的 10%。

(4) 强化实验记录训练。在实验过程中，学生要及时将实验数据用专门的实验记录纸规范如实地记录，准确记录实验中观察到的现象、数据以及疑问等，在每天实验结束时，指导老师检查并签字。锻炼学生养成做好实验记录的良好习惯，为以后的科研作打下了坚实的基础。

(5) 课后实验讨论。实验结束后，指导教师会利用一周的时间进行实验报告的批改，掌握学生实验的整体情况后，会和同学们一起对整个实验过程进行回顾，进行实验讨论。学生可以畅所欲言，将实验过程中遇到的问题，实验的失败原因、发现的问题与教师和同学一起进行讨论。这样的改革方式培养了学生思考问题、解决问题的能力；同时，学生提出问题，也启发了指导教师的思维，便于以后的实验教学中有重点的进行讲解。

(6) 根据自愿的原则。鼓励学生参与实验课的准备，增加了学生的学习和动手能力，也减轻了教师的工作量。

2.2 教学效果评价

2.2.1 多途径评价实验教学效果

实验课结束后，通过问卷调查、师生座谈、网上评教和毕业生反馈等途径进行教学效果的评价，学生对实验过程中教师的教学手段、实验内容、实验安排、实验管理等进行评价，进而推动教学内容不断改进、完善，有效地推动课堂学习，进而不断提高教学质量。

2.2.2 实验成绩评定方法的改革

长期以来，实验课的成绩评定总是以学生的实验报告为基础，实验成绩计入理论课成绩中，所占比例

极小，致使学生只注重理论，不重视实验，参与实验的积极性不高。现在，实验单独设课，采取综合考查学生实验能力的考核方式^[4]。我们对实验成绩的评定方法进行了改革和细化，学生的实验成绩由以下几部分组成：实验习惯、实验预习、实验操作、实验报告、设计实验。其中实验习惯占 10%，实验预习占 10%，实验操作占 40%，实验报告占 20%，设计实验占 20%。实验成绩评定的细化，不但有利于学生端正实验态度，提高学习的主动性和积极性，也利于学生做好实验前的预习和实验后的总结，对提高实验教学质量起到积极的作用^[9]。

结语

我们针对生物化学实验教学过程中存在的问题，进行了实验方法、实验内容的改进，开设了生物化学综合大实验，特别是引入综合性实验、设计实验后，调动了学生实验的积极性和主动性，增强了信心，至今已为 6 所兄弟院校 10 个相关专业本科生 2 000 多人开该实验。近年来有众多高校与机构来进行参观、交流和学习。通过生物化学实验教学改革的实施，提高了实验教学质量和效果，改变学生的被动学习，转变为主动探索，激发学生的学习兴趣，从而调动学生的积极性和主动性，开阔了学生视野，提高了学生的实验兴趣与科研能力，为今后的科学研究打下了基础^[10-11]。

参考文献

- [1] 沈筱玉. 微生物学实验教学改革的探索与实践体会 [J]. 中医药导报, 2007, 13 (5): 122-123.
- [2] 兰辉. 生物化学实验课改革浅析 [J]. 内蒙古石油化工, 2006, (11): 25-26.
- [3] 孟庆祥, 郑江. 以人为本理念下的生物化学实验课改革 [J]. 鞍山师范学院学报, 2009, 6: 38-40.
- [4] 王宜娟, 等. 生化实验教学创新体系的建立与实践 [J]. 科技教育, 2010, 25: 202.
- [5] 田明, 郭恒俊. 改革生物化学实验教学 提高学生综合素质 [J]. 实验室科学, 2010, 13 (1): 3-4.
- [6] 陈彬, 等. 生物化学实验教学存在的问题和改革策略 [J]. 山西医科大学学报: 基础医学教育版, 2008, 10 (6): 698-701.
- [7] 唐超. 高校生物化学实验教学中引入研究式学习的实践探索 [J]. 高校实验室工作研究, 2009, 02: 14-15.

- [8] 蒋宗礼. 建设国家精品资源共享课 提高人才培养质量 [J]. 中国大学教学, 2013, 1: 13-16.
- [9] 盛玮, 高翔, 查岭生. 改革生物化学实验教学 提高学生综合能力 [J]. 安徽农学通报, 2010, 16 (13): 255-256.
- [10] 赵珂, 黄丽贞, 聂鹏程. 细化实验成绩考核制度 提高实验教学质量 [J]. 中国现代教育装备, 2008, 1: 67-68.
- [11] 李治纲, 范浩. 本科生物化学实验教学改革的探索 [J]. 昆明医学院学报, 2009, (2B): 181-183.

(责编 高新景)