

生物化学课堂教学的精密设计与实施

陈 畅*

(北京化工大学化学工程学院, 北京 100029)

摘要: 生物化学是大学生物、化学、环境等相关专业的重要基础课程。静态生物化学板块学时多、知识点繁多, 教学质量的高低直接影响课程总体学习效果, 而传统的教与学过程均较枯燥。为解决此问题, 教师对生物化学课程开展了教学改革, 针对每个学时进行改造和重构, 精密设计教学过程, 实现各教学环节的紧密衔接与配合, 并在授课中引入大量图片、动画、教具、板书等辅助要素, 更加生动、形象地展示教学内容, 获得了良好效果。本文介绍了教学改革的内容, 并以“蛋白质结构与功能的关系”一节的课堂教学为例, 介绍教学设计和实施过程, 以期为国内外高校生物化学及其他课程的教学改革提供参考。

关键词: 生物化学; 精密设计; 蛋白质结构与功能的关系; 改造与重构

Sophisticated design and implementation of Biochemistry classroom teaching

CHEN Chang*

(College of Chemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: Biochemistry is an important fundamental course for biological, chemical, and environmental related majors in university. The static Biochemistry section has too many class hours and knowledge points, the teaching quality of which directly affects the overall learning effects of the course. The traditional teaching and learning process is relatively boring. In response to this problem, teacher has carried out teaching reforms on the Biochemistry course, renovated and reconstructed each class-hour, sophisticatedly designed the teaching process, realized the tight connection and cooperation of all teaching sections, and at the same time introduced auxiliary elements such as pictures, animations, teaching aids, and blackboard-writing to display the teaching content more vividly, which have achieved good results. This paper introduces the content of the teaching reform, and takes the classroom teaching of “relationship between protein structure and function” as an example to show the teaching design and implementation process, with the expectation of providing useful reference for the teaching reform of Biochemistry and other courses in universities.

Key Words: Biochemistry; sophisticated design; relationship between protein structure and function; reform and reconstruction

生物化学是从分子水平揭示生命现象化学本质的学科, 是现代生命科学发展的支柱和核心,

收稿日期: 2022-07-07

基金项目: 北京化工大学中外合作办学教学改革项目(HZBX202202); 北京化工大学本科教育教学改革项目(2018BHDJGY02); 北京市与中央共建人才培养-教学名师项目

*通信作者: E-mail: chenchang@buct.edu.cn

也是我国高等院校生物、化学、环境等相关专业的重要基础课程^[1,2]。生物化学分为静态生物化学和动态生物化学两大板块,静态生物化学着重介绍生物分子的结构、性质和功能。以往教学常借鉴传统化学的教学模式,灌输物质的结构和性质信息,学生依赖死记硬背掌握课本上的定义和描述,因此,有学生认为这门课程有类似“文科”的特征,学习过程较为枯燥^[1-3]。为了改善教学效果,使知识印记在学生头脑中,在理解的基础上形成深刻印象,教师对生物化学课程进行了教学改革,获得了良好效果。本文主要介绍教学改革的内容,并以蛋白质一章中“蛋白质结构与功能的关系”一节为案例,具体介绍教学设计和实施过程,以期为兄弟院校生物化学及其他课程的教学改革提供参考。

1 教学改革的主要内容

生物化学是北京化工大学校级一流本科课程,是学习其他专业课程的关键基础,也是考研深造的重要考试课程,共72学时,其中静态生物化学占36学时,其教学质量的高低直接影响课程总体学习效果,甚至对后续专业课程学习有重要影响^[1-3]。作为课程负责人,教师对之前十几年的教学和学生掌握情况分析得知,学生靠死记硬背课本的文字很难理解并牢固记住知识点,导致考试失分较多,成绩偏低。针对静态生物化学传统教学过程较为枯燥、不便于学生理解和记忆的问题,教师主要从以下两个方面开展了教学改革:(1)重构每一节课,以分钟为单位,对教学过程进行精密设计,设置回顾、内容讲解、重难点强化、总结、融会贯通、知识拓展、布置作业等环节,各种教学手段紧密穿插,确保每一步达成教学目标;(2)充分发挥多媒体教学优势,教师讲授过程中融入大量图片、动画、教具、板书等多种辅助要素,起解释、归纳的作用,更加生动、直观、形象地展示教学内容。各教学环节的无缝衔接和大量辅助要素的使用,能使学生紧跟教学节奏,积极调动大脑去理解知识框架,有助于学生牢固掌握和记忆知识,切实提高教学质量和学生学习效果^[4]。以下举例介绍教学设计和实施过程。

2 案例举例——蛋白质结构与功能的关系

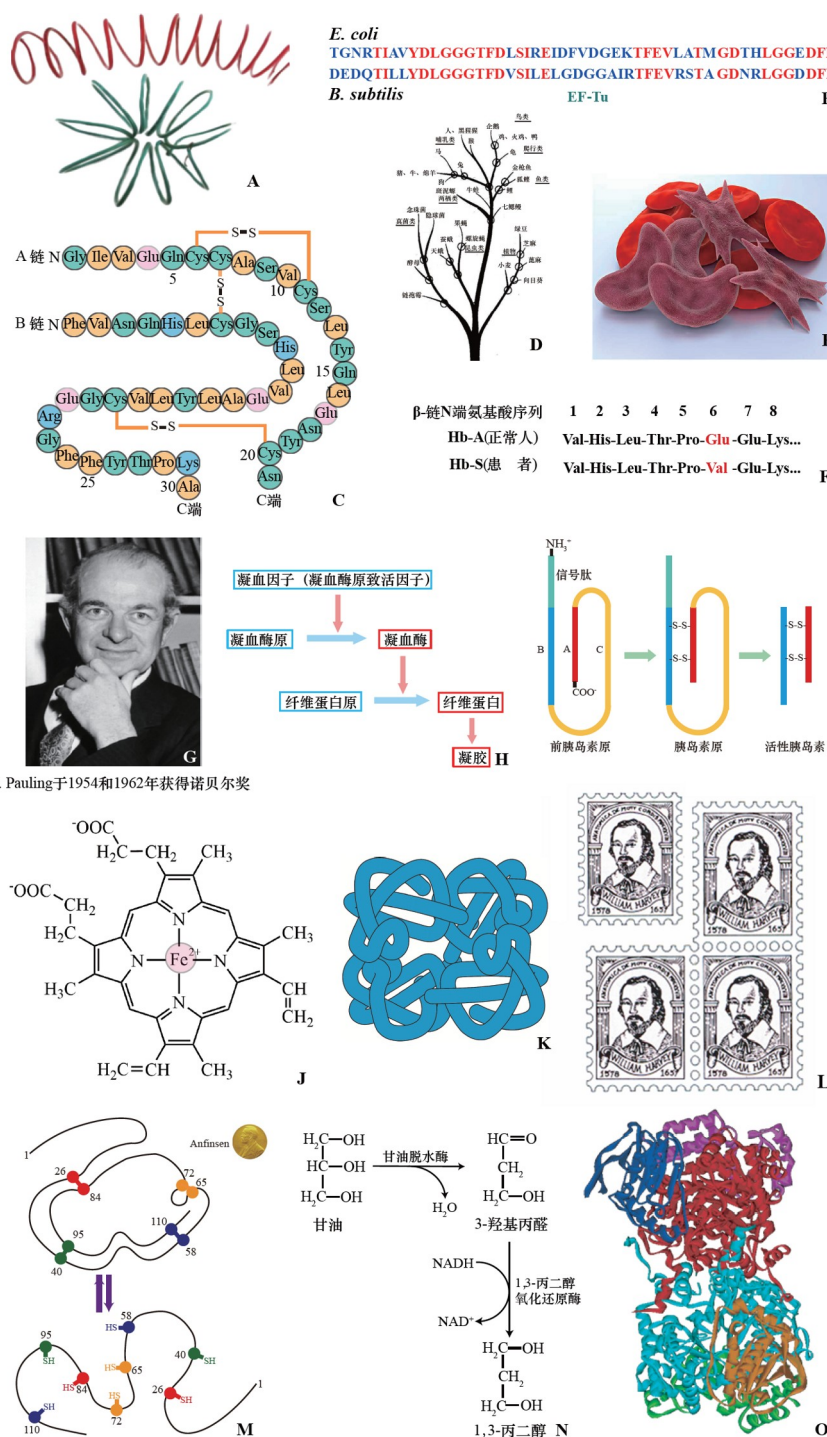
蛋白质是生命的基础物质之一,是生物功能的主要执行者,蛋白质一章共10学时,是静态生物化学板块中学时最多的教学重点^[2]。蛋白质结构与功能的关系占1学时,通过45 min的学习,学生要掌握蛋白质结构是其功能的基础,而功能又决定了蛋白质的应用。本节内容中,蛋白质一级结构与功能的关系、高级结构与功能的关系是教学重点,而难点是蛋白质一级结构的种属差异与同源性以及蛋白质的变构效应。教学中采用启发、探究式教学方式,加强师生互动^[5],通过选用1个自制教具、14个典型的例证以及大量生动的图片和动画帮助学生理解和掌握本节的主题——蛋白质结构与功能的关系。教学过程使用的教具、图片、动画及其教学目的如图1所示。

3 教学实施过程

在45 min的课堂上,教师首先简单回顾上节课讲授的蛋白质结构的主要层次及其特点,引出本次课内容,用时2 min;随后通过讲授三方面的例子,即蛋白质一级结构的种属差异与同源性、蛋白质一级结构的变异与分子病以及蛋白质前体的激活与一级结构的关系,归纳蛋白质一级结构与功能的关系,约用时22 min;进而通过介绍两个例子,即蛋白质在表现生物功能时构象发生一定变化以及蛋白质高级结构被破坏时功能会丧失,概括蛋白质高级结构与功能的关系,约用时13 min;接着利用3 min时间总结蛋白质结构与功能的关系,通过科研实例使学生理论联系实际,达到融会贯通;最后5 min进行知识拓展,并布置预习和作业,完成本节课教学。具体教学实施过程如表1所示。

4 板书设计

在多媒体和信息化教学广泛普及的现代大学课堂,板书仍然有不可替代的作用^[6]。教师充分克服PPT停留时间短暂的劣势,按照教学实施进度,将教学主要内容设计为标题式语言,以板书的形式呈现,版面设计如图2所示。主要实现了三个目标:(1)对本节课讲授内容的框架给予清晰展示,



L.C. Pauling于1954和1962年获得诺贝尔奖

A: 自制教具(帮助学生形象地理解蛋白质一、二、三、四级结构间的层次关系); B: *E. coli*、*B. subtilis*中的同源蛋白质EF-Tu的氨基酸序列比较(帮助学生理解不变残基、可变残基的定义); C: 牛胰岛素的一级结构(帮助学生理解不变残基、可变残基的作用); D: 进化树(说明亲缘关系越远, 同源蛋白的氨基酸顺序差异越大); E: 镰刀状细胞贫血病患者红细胞的形态(了解镰刀状细胞贫血病患者红细胞的形态变化); F: 镰刀状细胞贫血病的分子机制(了解镰刀状细胞贫血病的分子机制——谷氨酸变为缬氨酸); G: Linus Carl Pauling先后两次获得诺贝尔奖(了解Pauling的贡献, 教育学生学好专业知识, 立志为人类社会做贡献); H: 凝血酶激活的过程(通过动画演示, 明确凝血酶原激活的机理); I: 胰岛素激活的过程(通过动画演示, 明确胰岛素激活的机理); J: 血红蛋白中血红素辅基的结构(回顾血红蛋白的结构特点, 以煤气中毒为例联系实际, 加深学生印象); K: 血红蛋白的高级结构(帮助学生理解血红蛋白的变构效应); L: 四方联邮票模型(通过四方联邮票模型更好地理解血红蛋白的变构效应); M: 核糖核酸酶(RNase A)变性、复性实验(通过RNase A变性失活后功能丧失, 透析后构象复原而恢复功能的例子, 说明蛋白质的功能取决于特定的构象, 而决定其构象的信息全部包含在它的氨基酸序列中); N: 甘油合成1,3-丙二醇的过程(介绍利用甘油制备1,3-丙二醇的科研实例, 使学生了解具体催化反应的步骤和过程); O: 甘油脱水酶的高级结构(通过联系科研实例, 帮助学生理解蛋白质一级结构决定高级结构, 高级结构决定其生物功能)

图1 教学过程使用的教具、图片、动画及其教学目的

表1 “蛋白质结构与功能的关系”教学实施过程

教学板块	教学内容	教学手段	时间安排
简要回顾	复习蛋白质结构的主要层次(一、二、三、四级结构), 蛋白质三维结构的形成过程	提问, 自制教具演示(图1A)、回顾前节, 引出本节内容	2 min
蛋白质一级结构与功能的关系	(一)蛋白质一级结构的种属差异与同源性 三个基本概念: 同源蛋白质(homologous protein), 举例: 不同脊椎动物的血红蛋白 不变残基和可变残基, 举例1: <i>E.coli</i> 、 <i>B.subtilis</i> 的EF-Tu蛋白Aa序列对比; 举例2: 胰岛素分子中不变残基、可变残基的作用	讲解概念, 举例说明, 展示图1B、图1C, 帮助学生理解同源蛋白质、不变残基、可变残基的定义及其作用	8 min
	顺序同源性(homology), 举例1: 20种不同生物与人细胞色素C的Aa差异数目; 举例2: 进化树, 通过同源蛋白质的一级结构差异确定物种间的亲缘关系和进化上的联系 同源蛋白质一级结构(序列)的三个特点: 长度相近、同源性、高度保守 小结: 一级结构的相似性对保持同源蛋白质的功能非常重要	讲解概念, 举例说明, 展示图1D, 说明亲缘关系越远, 同源蛋白的氨基酸顺序差异越大	
	(二)蛋白质一级结构的变异与分子病 举例1: 镰刀状细胞贫血病(sickle-cell anemia)及其病因(一级结构变异), Pauling揭示了镰刀状细胞贫血病的机理, 两次获得诺贝尔奖; 举例2: 地中海贫血(thalassemia)及其病因(一级结构缺失) 小结: 蛋白质一级结构的变化导致空间结构的变化, 可以使蛋白质功能丧失	讲解分子病的概念, 结合图1E、图1F介绍镰刀状细胞贫血症的分子机制; 通过提问Pauling的贡献(图1G), 启发互动, 教育学生学好专业知识	7 min
	(三)蛋白质前体的激活与一级结构的关系 举例1: 血液凝固的机理; 举例2: 胰岛素的激活 小结: 一级结构的部分切除是蛋白质功能激活的重要条件	动画演示凝血和胰岛素激活的机理(图1H、图1I)	5 min
	蛋白质一级结构与功能的关系总结: 一级结构的相似性对保持同源蛋白质的功能非常重要; 蛋白质一级结构的变化导致空间结构发生变化, 可以使蛋白质功能丧失; 一级结构的部分切除是蛋白质功能激活的重要条件	板书强调结论: 一级结构决定高级结构, 也决定蛋白质的功能	2 min
蛋白质高级结构与功能的关系	(一)蛋白质在表现生物功能时, 构象发生一定变化 变构效应(allosteric effect)的定义, 举例: 血红蛋白的变构效应与输氧功能的关系 小结: 构象变化会影响蛋白质的功能	展示图1J, 回顾血红蛋白的结构特点, 以煤气中毒为例联系实际, 加深学生印象; 展示图1K和图1L, 通过四方联邮票模型使学生理解血红蛋白的变构效应	7 min
	(二)蛋白质高级结构被破坏, 功能丧失 举例: RNase A的变性与复性实验, 蛋白质变性失活后, 功能丧失, 透析后构象恢复, 功能恢复 小结: 以上实验证明, 蛋白质的功能取决于特定的构象, 而决定其构象的信息全部包含在它的氨基酸序列中	展示图1M、讲解	6 min
课堂总结、融会贯通、联系实际	蛋白质结构与功能的关系总结: 蛋白质的一级结构决定其高级结构, 而高级结构又决定其生物功能	板书强调	3 min
	应用实例: 基因工程法生产1,3-丙二醇 ^[7] , 第一步关键酶甘油脱水酶先形成三亚基单体, 进而组装成二聚体后, 与再激活因子结合, 变构才具有催化功能; 利用一级结构可以预测重组酶的等电点、相对分子质量, 并且可较准确地预测二级结构	展示图1N, 介绍甘油合成1,3-丙二醇的两步反应, 联系科研实际, 结合图1O讲解甘油脱水酶高级结构的形成过程, 帮助学生对本节内容消化吸收	
知识拓宽、布置作业、督促预习	习题1: 通过查阅文献, 试列举一个其他蛋白质变构效应的例子 习题2: 任选一种蛋白质, 通过查阅蛋白质数据库资料, 试找出它的种属同源性	利用多媒体演示, 教授学生利用数据库检索文献资料的方法; 简单演示蛋白质数据库的检索方法; 布置预习后续内容	5 min

书写进度配合授课进程, 便于学生跟随课堂进度步步深入; (2)教师将蛋白质一级结构与功能的关系、高级结构与功能的关系以及蛋白质结构与功能的关系分别进行总结和概括, 通过板书重点强

调, 便于学生记忆; (3)板书使教学重点、难点、知识点串珠成线, 连线成网, 一目了然, 方便学生对本节课内容进行回顾复习, 有助于全面理解内在逻辑关系。

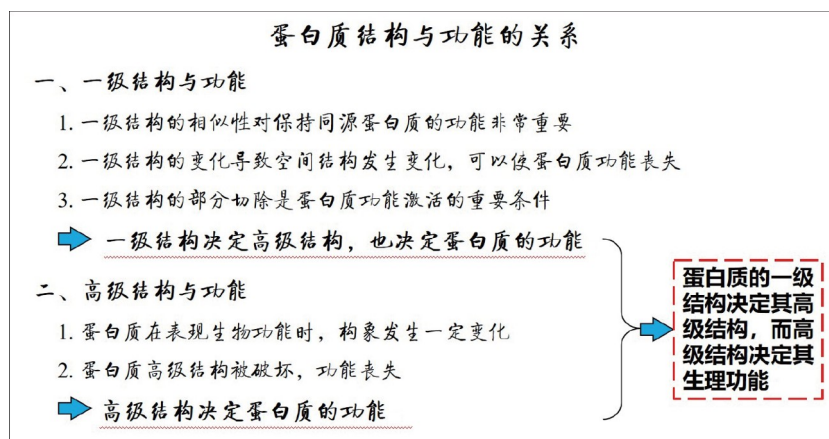


图2 课堂教学过程的板书设计

5 总结

通过对每一节课的精心设计和重构, 以及教学过程多种辅助手段的引入, 教师的授课质量获得较大改善, 在紧凑的课堂上能够更加生动、形象地展示教学内容, 丰富的教学形式提升了学生的学习兴趣。课堂上, 教师注重观察学生的表情与神态, 根据学生的反馈及时进行调整, 确保达到预期效果。课后对学生开展匿名问卷调查, 结果显示: 96.72%的学生认为教学方法使用得当; 100%的学生认为多手段穿插有助于理解和加深记忆; 对生物化学课堂中采取此种教学模式的总体满意率达100%, 受到学生好评。经过教学改革, 教师也对改革成效的关键因素有了更深刻的认识, 决定成败的关键是教师的投入。教师是教学的组织者和设计者, 是课堂环境的构建者^[8], 只有提前对课堂教学过程设计投入大量的时间和精力, 挖掘足够的案例图片、动画、教具等资源, 真正实现教学环节的无缝衔接和教学过程的精准实施, 才能完成对传统课堂的改造和重构。重构的目的不仅是教学效果的提升, 学生才是学习的主体^[9], 通过精密的教学设计和严谨的教学实施, 改善学生的学习效果, 使其在充分理解知识的同时形成深刻记忆, 才是最终目标。本文在生物化学课程教学中开展了有益尝试, 并以“蛋白质结构与功能的关系”一节课的内容为例, 展示了具体教学设计和实施过程, 对生物化

学及其他相关课程教学质量的提升有重要价值, 同时为国内外同行提供了参考和借鉴。

参考文献

- [1] Chen C. Teaching reform in Biochemistry—facing the Washington accord and engineering accreditation. *Educ J*, 2016, 5(4): 75-80
- [2] 陈畅, 宋超. 蛋白质含量测定的教学改进. *生命的化学*, 2021, 41(12): 2712-2717
- [3] Khalid H, Amin FR, Chen C. An integrated laboratory experiment for the determination of main components in different food samples. *Biochem Mol Biol Educ*, 2022, 50(1): 133-141
- [4] 陈云, 华夏. 中国生物化学课程教学改革的历程(1985~2021)与成绩—基于NVivo 11 Plus软件的系统分析. *中国生物化学与分子生物学报*, 2022, 38(2): 211-220
- [5] 张伟, 王林涛, 戚小强, 等. 基于微课的翻转课堂教学模式在嘌呤核苷酸的分解代谢中的教学设计与反思. *生命的化学*, 2021, 41(7): 1403-1407
- [6] 谌文强, 黄俊, 陈思静, 等. 多媒体教学下师范院校教学中传统板书的功能思考—以有机化学与物理化学为例. *高教学刊*, 2022, 8(18): 99-103
- [7] Toraya T, Tobimatsu T, Shibata N, et al. Reactivating chaperones for coenzyme B12-dependent diol and glycerol dehydratases and ethanolamine ammonia-lyase. *Methods Enzymol*, 2022, 668: 243-284
- [8] 乐建华, 王睿勇. “以学生为中心”的多元化课堂教学环境构建—以“传感器与检测技术”课程为例. *高等理科教育*, 2021(2): 89-94
- [9] 王贵成, 李晓斌, 张敏, 等. 以学生需求为导向的教学改革实施问题探讨. *高教学刊*, 2022, 8(16): 133-136