

基于科学发展历程和前沿进展的生物化学双语教学实践

朱甫祥^(✉)

鲁东大学生命科学学院, 烟台, 264025

摘要: 生命科学发展迅速, 越来越深入、细致的生命科学研究, 不断涌现新的概念、机制和途径等知识, 呈现出信息化、大数据的时代特征。生物化学作为生命科学的基本语言和基石, 引领生命科学的发展方向。因此生物化学教学在生命科学各专业教学中具有特殊重要的地位。如何在生命科学迅猛发展的新形势下培养既有深入扎实的基础知识又对科学前沿知识具有良好认识、具有与时俱进科学素养的合格人才, 生物化学教学责无旁贷、责任重大。在生化教学中, 注重基础知识体系教学的同时, 我们探索了将生物化学相关的发展历程和重要科学前沿知识的信息融入教学, 积极开展和推进双语教学, 用科学化、信息化和专业的语言培养和激发学生的学习兴趣和对生命科学的热爱, 有力地推动了生化教学改革。

关键词: 生物化学, 双语教学, 教学改革, 人才培养

Bilingual Teaching of Biochemistry Based on Historic Events in Scientific Development and Forefront Progress

ZHU Fu-xiang^(✉)

College of Life Science, Ludong University, Yantai 264025, China

具有生命科学共同语言作用的生物化学知识体系中的概念、原理、途径等已经渗透到生命科学的各学科, 尤其是遗传学、分子生物学、细胞生物学、微生物学等, 犹如解剖学之于临床医学各学科。作为生命科学各专业的先行专业基础课程, 生物化学对其他专业课程乃至今后的进一步学习和科研工作以及科学思维的养成、科学精神的培养, 都至关重要。

在信息化时代大背景下探索教学改革, 教学理念是重要支撑。在先进的教学理念指导下, 合理的教学方式决定教学的效果。因为生物化学的概念和机制繁多且抽象难懂, 加之课时量限制, 教学往往陷于填鸭

式的满堂灌, 使课堂缺乏生机, 学生也易于产生畏难情绪, 难以激发学习兴趣。如何在有限的课时内讲授繁多的生物化学知识? 我们在教学中注意充分利用科学发展历程(知识产生的过程)和前沿进展信息, 将生物化学知识产生的历史和前沿进展内容引入教学, 注入科学的人文元素, 激发学生学习的兴趣和动力。我们立足于与学生共同学习、分享生命分子之美、将学生有效纳入教学过程的理念, 即西方的教育谚语“Tell me, I forget; teach me, I remember; involve me, I learn”中的“involve”。并以“学习生化知识, 打造科学人生”为主旨引导整个教学过程。

1 基于科学发展历程的教学实例

(1) 蛋白质生化是教学的重点和难点, 其结构层

收稿日期: 2014-10-20; 修回日期: 2015-08-19

基金项目: 山东省生物化学双语教学示范课程项目

通讯作者: 朱甫祥, Email: fuxiangmail@163.com

次中的诸多概念多且抽象，我们在二级结构中最重要 α 螺旋教学中引入其产生背景和过程。20世纪初随着科学家对X射线波的特性的认识，诞生了研究揭示固体物质和生物大分子空间结构的X射线晶体衍射学，多位科学家开始对蛋白质生物大分子的空间结构的研究，主要有20世纪三四十年代X射线晶体衍射学诞生地的剑桥大学卡文迪许实验室Perutz和Kendrew对血红蛋白和肌红蛋白结构的研究，但对结构细节研究的进展缓慢，长时间未获得突破。对生物分子研究发生兴趣并已涉足其中的美国加州理工大学著名理论化学家Pauling1949年在牛津大学为期半年的访问教授期间，因为重感冒卧床看侦探小说第三天久而无趣时想起了蛋白质的结构问题，于是利用床边简单的纸、铅笔和直尺，根据对原子键的长度和夹角的记忆绘制氨基酸链的草图，基于肽键部分双键不能自由旋转和其所决定的肽平面特性，对草图进行折叠，得到了优美的螺旋结构，并设想氢键在稳定螺旋中的作用（Pauling一直将氢键视为生物分子互补性相互作用的重要力量），提出了著名的 α 螺旋结构，并经X射线衍射实验和计算得到验证^[1]。通过 α 螺旋结构诞生历程故事的讲授，使 α 螺旋结构的学习变得生动有趣。

(2) 蛋白质空间结构中诸多的概念枯燥难懂，我们尝试将人体结构的直观信息结合到蛋白质结构教学，将蛋白质的超二级结构（motif）理解为人体的上肢和下肢，上肢和下肢就是人体这个“蛋白质分子”的motif，如一个上肢包括上臂和前臂（均为圆柱形的，相当于两个属于二级结构的 α 螺旋）与手（每个手指想象为 β 折叠，五个手指并排弯曲为 β 片层），如此，人体这个“蛋白质分子”就有了4个基本的motif（二级结构的聚集体）^[2]；进一步，将蛋白质的结构域（domain）想象为人体这个“蛋白质”的头部、上半身和下半身，每个“结构域”都具有各自的功能，在教学中让邻座同学之间相互用彼此的身体做演示、活动，通过关节、脖子、腰部的运动进一步显示人体这一“蛋白质分子”所具有的生命活力。正如爱因斯坦所说的“想象力比知识更重要”，蛋白质结构知识的学习在想象和类比中充满乐趣，学生主动参与到教学过程，加深了对蛋白质结构及其与功能关系的认识。

(3) 在血红蛋白结构与功能的教学中，突出信息传递的作用，将血红蛋白的蛋白部分和血红素的原卟啉环以及其中的亚铁离子（ Fe^{2+} ）形象地想象成三位一体（three-in-one, trinity）的三人工作组，为完成一

项重要任务（运输氧气和二氧化碳），三者缺一不可，4个三人小组（血红蛋白的四个亚基）进一步形成一个有机整体、彼此间密切进行信息沟通和传导，协同、高效有序履行血红蛋白的运氧功能（一个亚基结合氧分子引起整个分子的结构松弛使其他亚基更易于结合氧的正协同效应）。1981年诺贝尔化学奖得主、康奈尔大学化学和化学生物学教授Hoffmann在结合自己的教学经验^[3]，总结出学习与教学的一个重要方略是建立学习小组的协作式学习，协作学习的好处在于相互的补充、有利于理解。

(4) 在讲授DNA双螺旋结构时，结合核酸发现的历史、突破占统治地位的蛋白质为遗传基础认识的藩篱；Avery用排除法证明DNA为遗传物质的经典科学实验过程的故事性再现、Chargaff受Avery实验启发由脂类研究转入核酸研究并得出现在称之为Chargaff规则的嘌呤和嘧啶碱基等比率存在现象，尽管当时他自己也不明白碱基比率的生物学意义；Watson和Crick在剑桥大学Cavendish实验室相遇后，都意识到DNA结构对于理解生命本质的重要性，通过精诚合作，在参考Wilkins和Franklin对DNA的X射线衍射实验结果基础上，借鉴Pauling建立蛋白质结构模型的方法，最终悟出Chargaff实验结果的意义，成功建立了碱基互补的DNA双螺旋结构，在1953年4月25日出版的*Nature*杂志上发表的只有一页的论文，窥探了生命的秘密，划时代地开创了分子生物学全新时期。教学中同时将研究DNA结构过程中曾经出现的两种错误的三螺旋结构进行介绍，一种三螺旋是Watson刚到Cavendish实验室不到3个月时（1951年12月）和Crick建立的磷酸和核糖骨架背靠背依靠二价金属离子Mg与解离的磷酸间的离子键维系的三螺旋结构，立即被应邀来观摩此模型的伦敦国王学院的Franklin看出其错误，因为X射线衍射结果显示磷酸和核糖骨架在外侧而非内侧，尽管当时还未意识到DNA具有螺旋结构^[4,5]；另一个三螺旋结构模型是Pauling相隔近一年半后（1953年2月）建立，与上一个三螺旋结构类似，也是磷酸和核糖骨架背靠背居于螺旋结构的内侧，但维系此螺旋的力量却是未解离的磷酸集团间的氢键（又一次显示Pauling对氢键的执着），但这次这位举世闻名的大化学家错得更加离奇，他竟然设想磷酸不解离，这与核酸的酸性化学性质相悖^[6]。DNA双螺旋结构教学中这段科学历程信息的引入和故事再现，吸引了学生的注意力、激发了学生的想象力，使双螺旋结构知识丰富、

有趣，通过生动的故事教学性彰显 DNA 分子本身的生命活力。

2 基于前沿进展的教学实例

生命科学近年以致可预见的将来无疑是发展最快的领域，新的发现层出不穷，呈现出信息量爆炸的态势，科学信息的国际化不断向纵深发展。教科书的更新远远落后于生命科学的发展。这对适应科学发展新形势下的教学提出了挑战。

在注重基础知识体系教学的同时，我们注意选取一些重要的生命科学前沿知识整合到教学中，既能够加深对基本知识体系的理解，又对科学的前沿有一定的了解，有利于培养热爱科学和探索科学的精神。如将我国科学家最近揭示的艾滋病病毒辅助受体 CCR5 的结构知识在讲授蛋白质结构时引入，研究结果所展示的分子空间结构中包含以 α 螺旋为主的二级结构成分和与艾滋病病毒配体结合的部位，为基于此结构信息的抗艾滋病药物研究提供了方向，同时进一步告诉学生人群中主要是少数的白种人的编码 CCR5 基因因 32 个碱基对的缺失突变，而使其成为“艾滋不爱的人”；我国是乙型肝炎大国，将同样是我国科学家揭示的乙肝病毒受体结构研究文献信息引入教学，加深了学生对蛋白质结构及其功能的认识，使课本知识得到进一步提升。在酶学教学中将甲基转移酶催化的胞嘧啶甲基化修饰最新研究的文献引入教学，使学生了解此种修饰引起表型改变的表观遗传学，认识到生化在生命科学中的重要性和生命科学研究中学科交叉的日显突出，学科间界限也变得模糊。结合当前埃博拉出血热在非洲肆虐和存在的全球传播的潜在可能性，将埃博拉病毒的相关最新研究的动态信息如病毒的结构、感染细胞的机制、繁殖特点以及可能的应对策略引入教学，使生化教学与时俱进。

注意将学生纳入到教学中，每次课间 10 分钟安排一位同学代表其五位同学小组就课前合作拟定的课题到讲台做报告，小组成员利用网络科学的信息共同准备、筛选、协作完成，起到了信息时代促进学生利用网络信息进行学习习惯的养成。

3 双语教学实践

英语是科学的基本语言，生物化学知识中的名词、概念基本均来自于英文原著，中文教科书和著作中同

一个术语往往存在翻译的不统一，易于混淆，也不便于理解。生命科学领域的新进展、新发现的文献的快速增长，不断涌现新的生化术语和知识。双语教学旨在将生化术语和表达方式原汁原味地体现在教学内容上，促进学生对生化知识的精确把握和养成科学的思维。除了选用世界知名的原版生物化学教科书作为教学资料，我们还选择生物化学发展史上经典的科学文献和研究前沿的重大突破性发现文献，作为双语教学的素材。在双语教学的推进过程中，不断增加英语的比率，促进英语学习以考试为主要目的向以应用为目的转变，赋予英语学习以生命和活力^[7,8]。

4 结语

我们深刻认识到生化教学改革任重道远，教学改革永远在路上。教学有法，教无定法。生命科学的信息浩瀚无涯，通过多种信息化的双语教学，目的在于启发、引导和激发学生学习生物科学的兴趣，产生主动学习动力，更好地理解 and 掌握生物科学的基本概念和基本原理，认识学科交叉在生命科学研究中的重要性，为其他专业课程的学习奠定坚实的基础，培养科学精神，更加有效地在信息化时代获取生命科学知识。

参考文献

- [1] Hager T. Linus Pauling: the chemistry of life [M]. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- [2] Nelson D, Cox M. Lehninger principles of biochemistry [M]. 6th ed. New York: Freeman and Company, 2013.
- [3] Hoffmann R, McGuire SY. Learning and teaching strategies [J]. American scientist, 2010, 9 - 10.
- [4] Maddox B. Rosalind Franklin: the dark lady of DNA [M]. London: Harper Collins Publishers, 2003.
- [5] Hargittai I. The DNA doctor: candid conversations with James D Watson [M]. Singapore: World Scientific Publishing, 2007.
- [6] Judson H F. The eighth day of creation: makers of the revolution in biology, commemorative edition [M]. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1996.
- [7] 朱甫祥. “渗透性”生物化学双语教学模式改革与探索 [J]. 生命的化学, 2012, 32 (6): 596 - 598.
- [8] 朱甫祥. 生物化学双语教学的探索与实践 [J]. 高教研究与探索, 2008, 1: 3 - 5.

(责编 李融)