

诺贝尔化学奖与生物专业有机化学教材内容相关性分析

韩 杰*

(南开大学化学学院, 天津 300071)

摘要: 结合有机化学教材内容总结了有机化学领域的诺贝尔化学奖情况, 分析了诺贝尔化学奖与有机化学及生物科学的关系, 并介绍了在生物专业有机化学教学中引入诺贝尔化学奖的方法。将诺贝尔化学奖引入生物专业有机化学的教学实践有利于学生认识课程重要性, 激发学习动力, 提高综合素质和创新能力。

关键词: 诺贝尔化学奖; 有机化学; 生物学; 教学内容

中图分类号: O6; G64

Introducing Nobel Prizes in Chemistry into the Organic Chemistry Course for Undergraduates Majoring in Biological Sciences

HAN Jie*

(College of Chemistry, Nankai University, Tianjin 300071, P. R. China)

Abstract: The relationship between Nobel Prizes in organic chemistry and organic chemistry and biological sciences has been discussed. Nobel Prizes in Chemistry have been introduced to the organic chemistry course in the teaching practices, which can highlight the importance of the course, motivate students, and improve the comprehensive quality and the innovation ability of the students.

Key Words: Nobel Prizes in chemistry; Organic chemistry; Biological sciences; Teaching content

有机化学是化学学科的一个重要分支, 也是其他学科, 例如生物学、医学、药学、农药学、环境科学、材料科学、生物物理等学科的基础。有机化学作为生物专业的必修课程, 本科生应掌握有机化学反应的基本知识和理论, 学会分析有机化合物的结构和性能, 了解有机化学与生物学科前沿及相关学科的科学研究方法, 初步具备有机化学知识的检索、运用和创新能力, 为从事相关工作或进一步深造打下良好基础。

有机化学主要包括有机化合物的命名、结构、性能与合成, 涉及大量反应类型和多种反应机理, 需要理解记忆的内容很多, 学生普遍觉得有机化学难学, 甚至逐渐失去学习兴趣。因此如何改进教学内容与方法, 提高学生学习兴趣, 改进教学质量, 是有机化学教师需要思考和解决的重要问题之一。诺贝尔化学奖研究成果代表化学领域的重大发现, 对科学发展和人类社会进步具有重大影响和贡献, 一直受到化学工作者的广泛关注^[1-12]。近年来, 结合有机化学及生物学的学科特点, 我们将与有机化学及生物学领域密切相关的诺贝尔化学奖用于生物专业本科生的有机化学教学实践, 创新教学模式, 显著提高了有机化学的教学质量。

*通讯作者, Email: hanjie@nankai.edu.cn

基金资助: 国家基础科学人才培养基金(J1103306); 南开大学2015年教学改革项目

1 与有机化学相关的诺贝尔化学奖

汪小兰^[13]编著的《有机化学》为普通高等教育“十五”国家级规划教材, 1999年荣获教育部科技进步一等奖。该教材在内容设计上结合了有机化学和生物学的特点, 同时考虑了生物专业本科生的知识背景、培养目标及学时要求, 教材内容合适, 难易程度适当, 广泛用于作为各类高等院校生物专业的有机化学教材。首届诺贝尔化学奖始于1901年, 至今已颁发106项获奖项目, 168人获此殊荣, 其中英国生物化学家弗雷德里克·桑格分别在1958年和1980年获得诺贝尔化学奖, 是唯一获得两次诺贝尔化学奖的科学家。本文对1901–2015年间的诺贝尔化学奖进行归纳分析, 将与有机化学或生物学领域密切相关的奖项分别与有机化学各章节内容相关联, 如表1所示。

由表1可知, 诺贝尔化学奖有如下特点:

(1) 有机化学领域诺贝尔奖项目多。

截至2015年, 与有机化学领域密切相关的诺贝尔化学奖已有54项, 共97位科学家分享了这些奖项, 获奖项目和人数均超过诺贝尔化学奖总数(106项)及人数(168人)的一半以上。这充分说明了有机化学学科的重要性, 同时也说明有机化学领域有更多的挑战性前沿科学问题。相比于化学其他学科, 有机化学更容易取得突破性研究成果。这些内容用于有机化学教学, 能够提高学生的学习兴趣和热情。

(2) 有机化学与生物学密切相关。

从表1所列举的诺贝尔化学奖的获奖成就可以看出, 这些研究成果大部分涉及生物学领域, 说明有机化学和生物学在发展过程中相互交叉、相互促进, 已经密切相关, 很多时候很难区分属于有机化学或生物学领域^[14]。2015年化学奖获得者之一阿奇兹·桑卡为美国北卡罗来纳州大学医学院生物化学和生物物理学系教授。桑卡一直认为, 自己的研究如果能够获诺贝尔奖, 应该是医学奖。当诺贝尔生理学或医学奖公布后, 他以为自己当年已经没有获奖的希望了, 出乎意料的是他获得了诺贝尔化学奖。有趣的是, 2015年我国科学家屠呦呦由于在青蒿素研究中取得的突出成就而获得了诺贝尔生理学或医学奖, 这是具有中国国籍的科学家首次获得诺贝尔科学奖, 此项成果主要是关于青蒿素的分离提取纯化、结构鉴定与应用, 属于有机化学相关内容。阿奇兹·桑卡和屠呦呦的研究成果及获奖经历也说明了有机化学和生物学相互交叉, 密切相关。将以上事例用于有机化学教学中, 可以使学生认识到有机化学是一门重要的专业课, 而不是生物专业外的边缘课程, 从而在思想上重视有机化学的学习。

(3) 诺贝尔化学奖获得者的国籍分布。

陆泉芳^[15]、樊敏^[16]等对1901–2007年间的诺贝尔化学奖获得者的地区分布等进行了统计分析。按照国籍所属区域进行分析, 诺贝尔化学奖获得者集中在欧洲和北美, 获奖最多的国家是美国、德国和英国。获奖者的国籍分布随时间发生变化, 第二次世界大战后逐步由欧洲国家向美国转移; 进入21世纪后, 获得诺贝尔化学奖的日本科学家开始增多, 这种格局和趋势与表1一致。近年来, 我国化学及生物学领域的科研水平不断提高, 但具有中国国籍的科学家目前还没有获得诺贝尔化学奖。在有机化学的教学中, 我们要突出这一事实, 更要鼓励学生勇于创新, 敢为天下先, 努力实现我国在该领域的突破。

2 教学实践

将诺贝尔化学奖运用于生物专业有机化学实践, 需要按照有机化学教学大纲要求, 结合教材每一章的具体内容, 同时考虑与每章内容相关的诺贝尔化学奖分布及学时分配, 进行课堂教学的合理设计。具体做法如下:

(1) 合理运用诺贝尔化学奖事例, 培养学习兴趣。

在教学实践中, 合理运用诺贝尔化学奖事例, 能够有效提高学生对有机化学的学习兴趣, 从而提

表1 诺贝尔化学奖与有机化学教材相对应的内容

《有机化学》教材内容	诺贝尔获奖者	获奖年度	主要成就
第一章 绪论	彼得·德拜(荷) Petrus Debye (NED)	1936	通过偶极矩、X射线等研究分子结构
	莱纳斯·鲍林(美) Linus Pauling (USA)	1954	化学键的研究
第二章 饱和烃(烷烃)	西里尔·欣谢尔伍德(英) Cyril Hinshelwood (UK)	1956	对链反应机理的研究
	尼古拉·谢苗诺夫(苏联) Nikolay Semenov (USSR)		
	格哈德·赫茨贝格(加) Gerhard Herzberg (CAN)	1971	对分子的电子构造、几何形状及自由基的研究
	德里克·巴顿(英) Derek Barton (UK)	1969	发展了构象的概念及其在化学中的应用
第三章 不饱和烃	奥托·迪尔斯(德) Otto Diels (GER)	1950	发现并发展了双烯合成法
	库尔特·阿尔德(德) Kurt Alder (GER)		
	威廉·利普斯科姆(美) William Lipscomb (USA)	1976	对硼烷结构的研究
	乔治·欧拉(美) George Olah (USA)	1994	对碳正离子化学的研究
	罗伯特·格拉布(美) Robert Grubbs (USA)	2005	对烯烃复分解反应的研究
	理查德·施罗克(美) Richard Schrock (USA)		
	伊夫·肖万(法) Yves Chauvin (FRA)		
第四章 环烃	奥托·瓦拉赫(德) Otto Wallach (GER)	1910	对脂环类化合物的研究
	恩斯特·菲舍尔(德) Ernst Fisher (GER)	1973	对金属有机化学的贡献、二茂铁的合成与结构
	杰弗里·威尔金森(英) Geoffrey Wilkinson (UK)		
	罗伯特·柯尔(美) Robert Curl Jr. (USA)	1996	发现富勒烯
	哈罗德·克罗托(英) Harold Kroto (UK)		
	理查德·斯莫利(美) Richard Schrock (USA)		
第五章 旋光异构	约翰·康福思(澳) John Cornforth (AUS)	1975	酶催化反应的立体化学研究
	弗拉迪米尔·普雷洛格(瑞士) Vladimir Prelog (CHE)		有机分子和反应的立体化学研究
	威廉·诺尔斯(美) William Knowles (USA)	2001	手性催化还原反应
	野依良治(日) Ryoji Noyori (JPN)		
	巴里·夏普莱斯(美) Barry Sharpless (USA)		手性催化氧化反应

待续

表1 诺贝尔化学奖与有机化学教材相对应的内容(续)

《有机化学》教材内容	诺贝尔获奖者	获奖年度	主要成就
第六章 卤代烃	维克多·格林尼亚(法) Victor Grignard (FRA)	1912	发明了格氏试剂
	保罗·萨巴捷(法) Paul Sabatier (FRA)		发明了有机化合物的催化加氢方法
	理查德·赫克(美) Richard Heck (USA)	2010	钯催化偶联反应的发现和研究
	根岸英一(日) Ei-ichi Negishi (JPN)		
	铃木章(日) Akira Suzuki (JPN)		
第七章 光谱法在有机化学中的应用	理查德·恩斯特(瑞士) Richard Ernst (CHE)	1991	开发高分辨率核磁共振 (NMR)
	约翰·芬恩(美) John Fenn (USA)	2002	建立了软解析电离法对生物大分子进行质谱分析
	田中耕一(日) Koichi Tanaka (JPN)		
	库尔特·维特里希(瑞士) Kurt Wüthrich (CHE)		
			利用核磁共振谱学解析溶液中生物大分子三维结构
第八章 醇、酚、醚	唐纳德·克拉姆(美) Donald Cram (USA)	1987	超分子化学研究
	让-马里·莱恩(法) Jean-Marie Lehn (FRA)		
	查尔斯·佩特森(美) Charles Pedersen (USA)		
第九章 醛、酮、醌	赫伯特·布朗(英) Herbert Brown (UK)	1979	将硼和磷及其化合物用于有机合成
	格奥尔格·维蒂希(德) Georg Wittig (GER)		
第十章 羧酸及其衍生物	艾里亚斯·科里(美) Elias Corey (USA)	1990	发展了有机合成的理论和方法学
第十一章 取代酸	海因里希·威兰(德) Heinrich Wieland (GER)	1927	对胆汁酸及相关物质结构的确定
第十二章 含氮化合物	阿道夫·冯·拜尔(德) Adolf von Baeyer (GER)	1905	对有机染料特别是靛蓝的合成
第十三章 含硫和磷有机化合物	文森特·迪维尼奥(美) Vincent Du Vigneaud (USA)	1955	对具有生物化学重要性的含硫化合物的研究, 首次合成了多肽激素
第十四章 碳水化合物	赫尔曼·费歇尔(德) Emil Fischer (GER)	1902	合成了糖类和嘌呤衍生物
	阿瑟·哈登(英) Artur Harden (UK)	1929	对糖类的发酵及发酵酶的研究
	汉斯·奥伊勒-克尔平(瑞典) Hans Euler-Chelpin (SWE)		
	沃尔特·霍沃斯(英) ^[a] Walter Haworth (UK)	1937	对碳水化合物和维生素C的研究

待续

表1 诺贝尔化学奖与有机化学教材相对应的内容(续)

《有机化学》教材内容	诺贝尔获奖者	获奖年度	主要成就
第十五章 氨基酸、多肽与蛋白质	弗里茨·普雷格尔(奥) Fritz Pregl (AUT)	1923	分析了人体尿液中蛋白质成分, 创立了有机化合物微量分析法
	詹姆斯·萨姆纳(美) James Sumner (USA)	1946	发现了酶可以结晶
	约翰·诺思罗普(美) John Northrop (USA)		制备了高纯度的酶和病毒蛋白质
	温德尔·斯坦利(美) Wendell Stanley (USA)		
	亚历山大·托德(英) Alexander Todd (UK)	1957	研究了核苷酸和核苷酸辅酶的结构
	弗雷德里克·桑格(英) ^[a] Frederick Sanger (UK)	1958	测定了胰岛素的氨基酸序列
	马克斯·佩鲁茨(英) Max Perutz (UK)	1962	研究了肌红蛋白的结构
	约翰·肯德鲁(英) John Kendrew (UK)		
	路易斯·勒卢瓦尔(阿根廷) Luis Leloir (ARG)	1970	发现了糖核苷酸及其在碳水化合物的生物合成中所起的作用
	克里斯琴·安芬森(美) Christian Anfinsen (USA)	1972	对核糖核酸结构的研究
	斯坦福·摩尔(美) Stanford Moore (USA)		对核糖核酸分子的催化活性与其化学结构之间的关系的研究
	威廉·斯坦(美) William Stein (USA)		
	保罗·伯格(美) Paul Berg (USA)	1980	对核酸的生物化学研究
	沃特·吉尔伯特(美) Walter Gilbert (USA)		核酸DNA序列的确定方法
	弗雷德里克·桑格(英) Frederick Sanger (UK)		
	布鲁斯·梅里菲尔德(美) Bruce Merrifield (USA)	1984	开发了多肽固相合成法
	西德尼·奥特曼(美) Sidney Altman (USA)	1989	核糖核酸(RNA)催化性质的发现
	托马斯·切赫(美) Thomas Cech (USA)		
	凯利·穆利斯(美) Kary Mullis (USA)	1993	对DNA化学的研究, 开发了聚合酶链锁反应(PCR)
	迈克尔·史密斯(加) Michael Smith (CAN)		对建立寡聚核苷酸为基础的定点突变及其对蛋白质的研究
	阿龙·切哈诺沃(以) Aaron Ciechanover (ISR)	2004	发现了泛素介导的蛋白质降解
	阿夫拉姆·赫什科(以) Avram Hersshko (ISR)		
	欧文·罗斯(美) Irwin Rose (USA)		
	罗杰·科恩伯格(美) Roger Kornberg (USA)	2006	对真核转录的分子基础的研究
	下村修(日) Osamu Ertl (JPN)	2008	发现和改造绿色荧光蛋白
	马丁·查尔菲(美) Martin Chalfie (USA)		
	钱永健(美) Roger Tsien (USA)		

待续

表1 诺贝尔化学奖与有机化学教材相对应的内容(续)

《有机化学》教材内容	诺贝尔获奖者	获奖年度	主要成就
	阿达·约纳特(以) Ada Yonath (ISR)	2009	对核糖体结构和功能方面的研究
	万卡特拉曼·莱马克里斯南(英) Venkatraman Ramakrishnan (UK)		
	托马斯·施泰茨(美) Thomas Steitz (USA)		
	罗伯特·莱夫科维茨(美) Robert Lefkowitz (USA)	2012	G 蛋白偶联技术
	布莱恩·克比尔卡(美) Brian Kobilka (USA)		
	托马斯·林达尔(瑞典) Tomas Lindahl (SWE)	2015	DNA 修复的细胞机制研究
	阿齐兹·桑贾尔(土) Aziz Sancar (TUR)		
	保罗·莫德里奇(美) Paul Modrich (USA)		
	阿道夫·温道斯(德) Adolf Windaus (GER)	1928	对甾类以及维生素的研究
	保罗·卡勒(瑞士) Paul Karrer (CHE)	1937	对类胡萝卜素、黄素和维生素 A、维生素 B2 的研究
	里夏德·库恩(奥) Richard Kuhn (AUT)	1938	对类胡萝卜素和维生素的研究
	阿道夫·布特南特(德) Adolf Butenandt (GER)	1939	对性激素的研究
第十六章 类脂化合物	拉沃斯拉夫·鲁日奇卡(瑞士) Leopold Ruzicka (CHE)		对聚亚甲基和高萜烯的研究
第十七章 杂环化合物	里夏德·维尔施泰特(德) Richard Willstätter (GER)	1915	对叶绿素的研究
	汉斯·菲舍尔(德) Hans Fisher (GER)	1930	血红素的合成
	罗伯特·鲁宾逊(英) Robert Robinson (UK)	1947	对生物碱的研究
	罗伯特·伍德沃德(美) Robert Woodward (USA)	1965	维生素 B12 的合成
	约翰·戴森霍费尔(德) Johann Deisenhofer (GER)	1988	对光合反应中心三维结构的测定
	罗伯特·胡贝尔(德) Robert Huber (GER)		
	哈特穆特·米歇尔(德) Harlmut Michel (GER)		
	彼得·阿格雷(美) Peter Agre (USA)	2003	对细胞膜中离子通道的研究
	罗德里克·麦金农(美) Roderick MacKinnon (USA)		
	福井谦一(日) Kanichi Fukui (JPN)	1981	前线轨道理论和分子轨道对称守恒原理
	罗德·霍夫曼(美) Roald Hoffmann (USA)		
第十八章 分子轨道理论简介			

^[a]与保罗·卡勒(瑞士)分享 1937 年诺贝尔化学奖; ^[b]获得 1958 及 1980 年诺贝尔化学奖

高教学质量。绪论课作为有机化学的第一堂课,通常要介绍有机化学的发展史、有机化合物的特点和分类、基本价键理论、有机反应类型、研究有机化学的方法以及学习有机化学课程的方法。除此之外,绪论课对培养学生对有机化学这门课的学习兴趣具有重要作用。在绪论课中,偶极矩和电负性的概念是价键理论的重要内容,这些基本概念比较抽象,学生很难理解记忆。在教学实践中,简要介绍与此相关的诺贝尔获奖者荷兰化学家彼得·约瑟夫·威廉·德拜及美国化学家莱纳斯·鲍林的学术成就,并在课件中附上相关图片,能够活跃课堂气氛,使抽象的概念生动具体,易于理解掌握。此外,在绪论课中,我们还集中介绍与有机化学或生物学有关的诺贝尔化学奖,把表1的内容展示给学生。当学生发现有机化学及生物领域内的诺贝尔化学奖项如此之多,感到震撼的同时,会认识到有机化学与生物专业密切相关,二者都是非常重要的学科,从而激发学习兴趣。

从表1可知,与有机化学教材内容相关的诺贝尔化学奖分布很不均匀,有些章节很多,如第十五章氨基酸、多肽与蛋白质有17项;而一些章节则很少,如第十章羧酸及其衍生物,这一章的知识点很多,但却没有与此密切相关的诺贝尔化学奖,考虑到这一章涉及较多的有机合成设计,需要介绍逆合成分析策略,因此将1990年诺贝尔化学奖获得者有机合成大师美国化学家艾里阿斯·詹姆斯·科里放在此处介绍比较合适。另外,有些奖项可以放在不同的章节,如1979年诺贝尔化学奖获得者德国化学家格奥尔格·维蒂希的事例可以根据讲课需要用于第九章醛、酮、醌,也可以用于第十三章含硫和磷有机化合物。因此,要根据各章节内容、学时分布及学生学习情况,合理运用诺贝尔化学奖。

(2) 理论联系实际,注重基础知识学习。

将诺贝尔化学奖引入有机化学教学,使学生了解化学领域的重大研究成果及学科前沿知识,更要注重理论联系实际,加强基础知识学习。格氏试剂的制备是卤代烃的基本反应之一,在讲授此反应时,介绍1912年诺贝尔化学奖获得者法国化学家维克多·格林尼亚的学术贡献的同时,还可通过图片展示格林尼亚由一个好高骛远的纨绔子弟浪子回头,从头开始,勤奋学习,发奋工作取得巨大成功的励志故事,鼓励学生在有机化学过程中,要重视基础,联系实际,避免打开书本感觉一切都懂,合上书本做题无从下手的眼高手低现象。

(3) 重视诺贝尔化学奖化学史,培育科学素养。

在讲授专业知识的同时,培养学生的科学素养也是本科教育的重要内容。良好科学素养的培养是一个潜移默化的过程。不仅仅体现在实验教学或学生参与的创新研究课题中,也应该贯穿于理论课教学过程中。获得诺贝尔化学奖的科学家一般都有极高的科学素养和人格魅力,将他们的事迹引入有机化学教学有利于培养学生良好的科学素养,为今后从事科研及相关工作奠定基础。可用于此教学目的的事例很多,例如,1965年诺贝尔化学奖获得者罗伯特·伯恩斯·伍德沃德合成维生素 B_{12} 时,共做了近千个复杂的有机合成实验,历时11年,终于完成全合成工作。在有机合成中,伍德沃德以惊人的毅力夜以继日地工作,经常每天只睡4个小时。此外,伍德沃德谦虚和善,不计名利,善于与人合作。这些都是值得学习的科学素养。另一个典型的事例是2015年诺贝尔化学奖获得者桑卡,他从事DNA修复研究已经35年,经历了很多的失败和挫折,他认为研究成功的关键要挑选重要、有意义的研究课题,努力工作,并持之以恒。这也是良好科学素养的体现。

(4) 了解学科前沿,提高创新能力。

有机化学是一门发展很快的学科,不断涌现出大量新反应、新方法及新理论,知识更新很快,但教材内容往往不能及时更新。与《有机化学》第十五章氨基酸、多肽与蛋白质相关的诺贝尔化学奖很多,而且这一章内容与生物专业密切相关。在教学实践中,我们要求学生结合本章特点,通过文献查阅了解学科发展前沿,并写出文献报告或小论文,作为学生平时成绩的依据之一,极大调动了学生对有机化学以及生物专业的学习热情。此项教学内容使学生了解学科发展前沿的同时,还提高了学术论文的分析、写作技能及科研创新能力。

3 结 语

将诺贝尔化学奖引入生物专业有机化学教学实践中, 不仅能够培养学生对有机化学学习兴趣, 还能够激发他们对生物专业学习热情, 有利于培养学生严谨求实、勤奋努力、持之以恒、勇于挑战、善于与人合作等良好的科学素养。这种新的教学模式也可用于化学专业及医学、药学、环境科学等非化学专业的有机化学教学实践中。

参 考 文 献

- [1] 孙育杰, 陈轩泽. 大学化学, **2015**, 30 (1), 1.
- [2] 李兴武. 化学教育, **2015**, No. 2, 77.
- [3] 高毅勤. 大学化学, **2014**, 29 (2), 1.
- [4] Bonifácio, V. D. B. *J. Chem. Educ.* **2013**, 90, 1401.
- [5] 张德文, 周颖琳, 张新祥. 大学化学, **2013**, 28 (1), 1.
- [6] 孙俊良. 大学化学, **2012**, 27 (2), 6.
- [7] 张绍光, 张文雄. 大学化学, **2010**, 25 (6), 1.
- [8] 赵镜一, 陈 鹏. 大学化学, **2009**, 24 (6), 1.
- [9] 赵 培, 张俊龙. 大学化学, **2008**, 23 (6), 1.
- [10] 郑仁祥. 大学化学, **2007**, 22 (6), 13.
- [11] 施永辉, 朱玉贤. 大学化学, **2006**, 21 (6), 6.
- [12] Doxsee, K. M. *J. Chem. Educ.* **1990**, 67, 1057.
- [13] 汪小兰. 有机化学. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [14] 王 悦, 彭蜀晋, 周 媛, 张 丹, 游晓莉. 大学化学, **2011**, 26 (5), 88.
- [15] 陆泉芳. 化学教育, **2008**, No. 11, 10.
- [16] 樊 敏, 濮 江. 化学教育, **2010**, No. 7, 95.