

Discussion on the Cultivation of “Industry, University, Research and Application” in Engineering Universities

Ming Zhao Shiguang Zhao Yan Liu Zhenglian Xue

Anhui Polytechnic University, Wuhu, Anhui, 241000, China

Abstract

In the era of continuous development of science and technology, the education model of universities is gradually shifting from the teaching-oriented approach to the comprehensive researching-oriented approach. Particularly for the cultivation of talents in polytechnic universities, it is of great significance to strengthen the cultivation of innovative and applied talents through the integrated education model of production-university-institute-application. Synthetic biology integrates a multidisciplinary knowledge system across various fields. Here, taking the talents training of synthetic biology in Anhui Polytechnic University as an example, we analyzed the strengths and weaknesses of the current teaching model in synthetic biology, aiming to optimize the teaching and practical content, improve teaching and practical methods, and explore new pathways to enhance the teaching quality of universities in talent training of synthetic biology.

Keywords

production-university-institute-application; synthetic biology; interdisciplinary; talent cultivation

“产学研用”教育模式对工科高校合成生物学人才培养探讨

赵明 赵世光 刘艳 薛正莲

安徽工程大学, 中国·安徽 芜湖 241000

摘要

在当今科学技术不断发展的时代, 高校教育模式逐步从教学型转向综合研究型, 尤其针对工科高校专业人才培养, 通过“产学研用”一体化教育模式, 加强创新及应用型人才的培养具有重要意义。合成生物学是一门汇集跨专业多学科知识体系的学科, 因此论文以安徽工程大学对合成生物学人才培养为例, 分析现阶段本校合成生物学教学模式存在的优势与不足, 旨在优化人才培养中教学及实践内容、改进教学与实践方法, 并探讨提高高校在合成生物学人才培养教学质量的新路径。

关键词

产学研用; 合成生物学; 跨专业多学科; 人才培养

1 引言

合成生物学是 21 世纪以来, 生物科学领域出现的一门分支学科, 被誉为“DNA 双螺旋结构”和“基因组技术”之后, 生命科学领域的第三次科技革命^[1]。合成生物学以目标产物合成为导向, 从 DNA 元件等单一元器件出发, 组成功能模块, 以及合成完整生命系统。合成生物学涉及的学科范围广、种类多, 包括生物技术、分子生物学、基因工程、系统生物学、

电气工程、计算机工程、控制工程、进化生物学等^[2]。因而, 培养适用于合成生物学领域的人才重要且困难。

近年来, 合成生物学发展迅猛, 以基因编辑技术、智能使能技术、高通量筛选技术以及通过人工智能优化的生物活性分子设计等为核心的关键技术取得了突破性进展^[3]。美国和中国为首的两个大国, 逐步在该领域重点布局并取得了一定的成果, 而国内合成生物学的发展从一线城市开始, 以上海、深圳、天津等为首, 较早开展合成生物学产业研究, 布局了一系列合成生物学相关科研项目及平台建设。安徽省作为“长三角一体化发展区域”成员, 也紧跟发展前沿。因此, 社会对合成生物学人才的需求十分急迫。

科学的发展离不开人才, 尤其是针对工科型高校, 如何培养适用于国家需求的实用性科技人才至关重要, 而这仅靠高校课堂教学往往难以满足。“产学研用”一体化教育模式, 为高校培养创新及应用人才指明了道路, 该模式不仅运用了课堂上稳定且可持续的教育体系, 还可将“产学研用”

【基金项目】安徽工程大学本科教学质量提升计划项目(项目编号: 2023szyzk27); 安徽工程大学校级质量工程项目(项目编号: 2020jyxm01); 安徽省教育厅新时代育人质量工程项目(项目编号: 2022qyw/sysfkc025)。

【作者简介】赵明(1990-), 男, 中国安徽芜湖人, 博士, 讲师, 从事合成生物学研究。

中领悟的技能与创新能力融于理论教学,加强学生的实际应用能力。结合我校在合成生物学方向已有的教学及产学研平台基础^[4],为此,论文着重分析“产学研用”一体化培养模式对合成生物学人才培养的优劣势,并为高校提升合成生物学人才培养教学质量提供新路径。

2 知识体系与实践能力的培养并行

2.1 课程体系教育

合成生物学兴起于21世纪,是一门众多学科交叉型的生命学科,其对生命科学领域及生物合成产业影响深远。近十年,基于CRISPR/Cas系统的生物体基因精准高效编辑技术发展成熟,微生物细胞操作工具箱不断创建及丰富,从而在基因组层面,推动着微生物基因的遗传操作及基因精准调控^[6]。因此,近年来,合成生物学课程被作为新课程,被中国工科类院校普遍开设。安徽工程大学是一所以工科为主的高校,同时也是一所省属重点建设高等院校,学校拥有生物工程(B⁺)学科,生物工程安徽省高峰学科,生物工程和食品工程“国家一流”专业等与合成生物学相关学科专业。我

校合成生物学课程^[5]基于分子生物学、生物化学、微生物学、细胞生物学、发酵工程、生物分离工程、药物化学、药物分析、化工原理、工程制图等课程知识体系建立(表1),并在实际教学过程中对教学内容和知识体系不断更新和扩充,为培养“产学研用”综合型人才奠定坚实的理论基础。

2.2 实验技能培训

合成生物学与科研及产业化应用贴近,该领域人才的培养需要扎实的实验操作和实验设计能力。因此,为培养合成生物学“产学研用”综合性人才,我校针对相关领域开设了多门实用性课程。在实验课程方面,包括生物化学实验、微生物学实验、分子生物学实验、无机及分析化学实验、有机化学实验、生物分离工程实验、药物分析实验、药剂学设计性实验、细胞工程综合实训、专业综合实验等。实验课程涉及的具体实验包括CRISPR基因编辑实验,分子克隆实验、微生物培养及育种实验、化合物分离纯化实验、化合物鉴定与分析实验、微生物发酵及放大实验等(图1),与合成生物学人才培养需求息息相关,为培养具备实践能力的综合素质人才奠定基础。

表1 安徽工程大学合成生物学课程涉及的理论和实验课程体系

年级	课程	
第一学年	理论课程	无机及分析化学;有机化学
	实验课程	无机及分析化学实验;有机化学实验
第二学年	理论课程	细胞生物学;生物化学
	实验课程	细胞工程综合实训;生物化学实验
第三学年	理论课程	合成生物学;工程制图;化工原理;微生物学;分子生物学;生物分离工程;药物分析
	实验课程	化工原理实验;微生物学实验;分子生物学实验;药物分析实验;生物分离工程实验
第四学年	理论课程	发酵工程;药剂学
	实验课程	专业综合实验;药剂学设计性实验

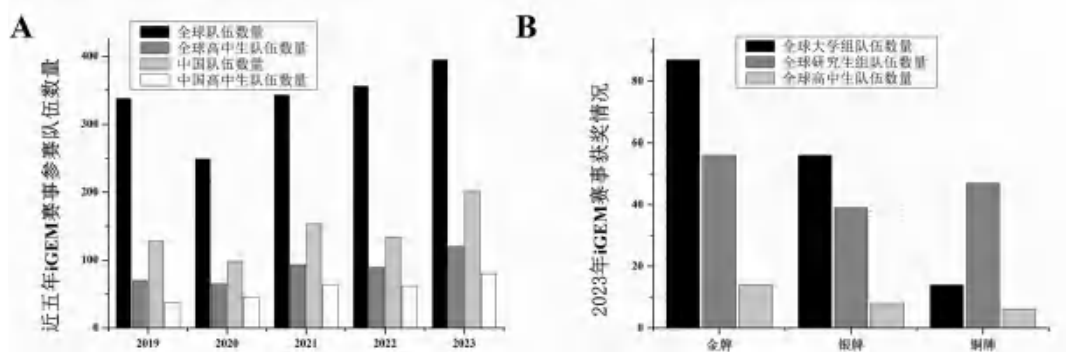


图1 2019—2023年iGEM赛事参赛情况(A)及2023年iGEM赛事获奖情况(B)

3 以赛代练,提升技能

培养适用于现代化社会的复合型人才,创新实践能力不可或缺。针对工科高校学生,在培养教育过程中,既要培养出知识储备扎实的学生,又要有敢打敢拼,敢练敢赛的能力。随着科技的进步,在国际和国家层面,越来越注重学科竞赛,也根据不同学科的差异,发展出不同类型的学科竞赛。

例如,在合成生物学领域,国际和国内都开展了相关学科赛事,旨在培养具备创新实践能力的合成生物学人才^[7]。

3.1 国内外相关赛事

近年来,合成生物学国际顶级学科赛事——iGEM(国际基因工程机器大赛)发展迅猛,赛事规模不断扩大。该赛事的相关成果多次被*Science*、*Nature*等全球顶级期刊报道。2003年,麻省理工学院创办了iGEM赛事,并逐步发展成

为一项以合成生物学领域为中心的生命科学领域规模最大、影响力最高的国际学科竞赛，涉及生物、数学、物理、化学、工程、计算机科学等跨学科知识背景。2023年，iGEM创办20周年，该赛事参赛规模也史无前例，参赛国家达到66个，参赛队伍达到395支，涉及社会队伍、研究生队伍、本科生队伍和高中生队伍，并且高中生的参赛队伍快速增长（图1）^[8]。

在国内，随着合成生物学产业规模的发展，合成生物学相关学科赛事也逐步崭露头角，除了综合性的中国“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”全国大学生系列科技学术竞赛，大学生创新训练计划等外，与合成生物学直接相关的全国大学生生命科学竞赛中，涌现出多个项目，这类赛事为中国高校学生综合创新能力的培训提供高水平平台。

3.2 团队成员在相关领域竞赛获奖情况

依托我校生物工程、食品工程等合成生物学相关的“国

家一流”专业及生物工程B+学科，我校一直注重学生在本领域学科竞赛的训练和培养，从学院组织，学院评比，学校评比，再到推荐参加省赛、国赛等，逐级筛选优秀的作品或项目。在各级别作品打磨、PPT制作、答辩汇报中，学生不仅能不断熟练项目的知识理论体系，还能提升比赛中的技能和答辩的综合素质能力。

基于此，我校合成生物学领域团队教师，指导学生多次参加国内相关学科竞赛或创新训练计划，并带领学生在竞赛中崭露头角，取得丰硕的成果（表2）。其中，包括指导学生获批国家大学生创新训练计划、获得全国大学生生命科学竞赛国家级一等奖、“互联网+”省级铜奖等等。通过创新创业赛事及训练计划的培养，不仅能够增强学生对合成生物学知识体系的理解，还能提高学生自主创新能力和科研实践能力，有助于学生将课堂学习知识融入实际应用中，为培养综合性创新人才奠定基础。

表2 2019—2023年本团队成员在合成生物项目竞赛指导学生获奖情况

年限	主题	赛事/项目	奖项	指导老师
2023	衣康酸生物传感器识别机制研究及人工定制	大学生创新训练计划	国家级	赵明
2022	酿酒酵母高效虾青素细胞工厂创建研究	大学生创新训练计划	省级	赵明
2023	探索17 α -羟基黄体酮生物传感器的转录因子元件的设计机制	安徽省大学生生命科学竞赛	省赛三等奖	赵明
2020	天罗诊断——核酸检测试剂的核心原料领跑者	“互联网+”	省赛铜奖	赵明
2021	纳豆激酶高产菌株选育、发酵优化及酸性稳定性研究	全国大学生生命科学竞赛	国赛一等奖	刘艳
2019	维生素构建K2高产菌株的构建	全国大学生生命科学竞赛	国赛优胜奖	刘艳
2019	费氏链霉菌5'-差向异构酶的异源表达及功能验证	安徽省大学生生命科学竞赛	省赛二等奖	薛正莲

3.3 产学研项目为导向，提升实验技能

中国是一个人才济济的现代化国家，同时也营造出一个激烈竞争的环境，在竞争中，给高校学生提供了许多发展的机遇，但与此同时，也需要高校培养的人才具备过硬的综合素质。因此，在竞争激烈的当前社会环境，如何培养高校学生创新能力和操作技能，是当代高等院校，尤其是工科高校应该着重考虑的问题。对于当代高校人才的培养，应该全面提高个人素质，让其价值取向呈现多元化。此外，在当今竞争激烈的年代，要想取得更好的发展，还需提高大学生自身的综合实力。

“产学研用”是一种多系统相互合作的系统教育模式，也是高校培养综合素质人才的有效方案^[9]。“产学研用”涉及到生产、教学、研发、应用^[10,11]，需要将多领域复杂系统融合。因此，“产学研用”的培养模式，势必可以将学生的课程所学，用于社会的产之所用，将高校知识体系融于企业实际应用中。21世纪被称为生物科技的世纪，生物技术在医疗卫生、农业、环保、食品保健等方面对改善人类的生活起到至关重要的作用，而合成生物学的发展将涉及到以上方方面面。

介于我校在生物工程等相关专业的优势以及我校作为

工科型院校对产学研项目的重视，我们在合成生物学领域发展上取得了有目共睹的成绩，并形成了独特的学生培养模式。例如，我校采用本科生导师制度，即本科生从大学一年级进校开始，通过师生双选制度，为每位学生分配好自己的导师，导师会时刻关注学生学习和课余生活，并为学生尽早进入实验室学习及开展科研项目提供条件。此外，我校针对专业型硕士研究生，采用“四题”培养新模式，即企业出题、学院审题、学生选题、联合解题。该模式以企业出题为主导，学校“揭榜”为工作切入点，吸引研究生参与导师企业横向课题，加入科研团队，让学生参与到企业研发一线，真正实现了“产学研用”一体化综合性人才培养。

4 总结与展望

建立合成生物学“产学研用”教育模式，既将学生课堂中学习的合成生物学课程知识体系与实验技能，充分运用到学生的学科竞赛和产学研项目开发中，这不仅可以将“产学研用”实例成果融合到传统的课程教学，也可以将课程内容应用于企业项目中，从而建立特色鲜明的课程体系，提升合成生物学方向人才综合素质，培养具有实际应用潜力的综合型人才^[12]。论文结合我校案例，探讨的合成生物学

人才的“产学研用”培养模式,是对我校合成生物学方面人才教育的初步探索,后续还需要不断加强和优化。例如,针对学科竞赛方面,近年来,团队成员虽在国内赛事收获较好的成果,但在国际合成生物学大赛 iGEM 上,我校学生参与度较低,这方面还需多邀请全国有经验的团队和指导老师指导。此外,在企业产学研项目攻克方面,本科生的时间投入有限,因此,在后续工作中,我们期望通过开展研究生与本科生互助培养模式,并将大学生创新训练计划与产学研项目结合,进一步扩大“产学研用”教育模式的覆盖面,促进合成生物学综合型创新人才的培养。

参考文献

- [1] 朱梦梅,李琨,王梁华,等.依托生物化学与分子生物学课程构建合成生物学竞教平台[J].广东化工,2022,1(49):233-234.
- [2] 江洪,李晓南,高倩.合成生物学领域技术发展态势与研究进展[J].中国生物工程杂志,2024,44(5):118-133.
- [3] 熊燕,马雪晴,陈大明,等.合成生物学赋能:从学科发展到产业转化[J].中国科学院院刊,2024,39(5):851-861.
- [4] 尹筱钰.“产学研用”合作教育平台之大学生专业与人文素质结合培养模式的研究及策略[J].教育现代化,2019,9(76):1-2.
- [5] 张琴,李艳宾,王远丽.研究生“合成生物学”课程混合式教学探索与实践[J].科教导刊,2024,5(13):100-102.
- [6] 丁明珠,李炳志,王颖,等.合成生物学重要研究方向进展[J].合成生物学,2020,1(1):7-28.
- [7] 王启要,李鹏飞,高淑红,等.国际基因工程机器大赛对本科生综合能力培养模式的探索[J].生物工程学报,2021,37(4):1457-1463.
- [8] 王浩琦,章文明.依托合成生物学竞赛培养创新人才的探索与实践[J/OL].微生物学杂志,https://link.cnki.net/urlid/21.1186.q.20240315.1355.002.
- [9] 关洪海.“产学研”视角下如何开展高校教师继续教育[J].中国成人教育,2019(15):90-92.
- [10] 王鑫颖.“政产学研用”协同创新人才培养模式研究[J].吉林广播电视大学学报,2019(9):14-15.
- [11] 鲍妮娜,徐礼生,张东京,等.产学研用合作教育下的地方性应用型大学发展模式初探[J].农产品加工,2016(8):81-84.
- [12] 饶力.专业应用型人才教育“产学研用”合作模式的研究[J].高校教育,2018(557):6-7.