

在“微生物遗传学”课程全英文教学中提升教学效果探索

吴卫辉*, 靳永新, 李明春, 喻其林, 魏东盛

南开大学分子微生物学与技术教育部重点实验室 生命科学学院微生物学系, 天津 300071

吴卫辉, 靳永新, 李明春, 喻其林, 魏东盛. 在“微生物遗传学”课程全英文教学中提升教学效果的探索[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1088-1100.

WU Weihui, JIN Yongxin, LI Mingchun, YU Qilin, WEI Dongsheng. Practice for improving the teaching performance of Microbial Genetics in English[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1088-1100.

摘要: 在双一流建设中, 国际交流与合作是重要一环。全英文专业课程能够在加强学生对专业知识的掌握、理解和运用能力的同时, 提升专业语言的阅读、表述与写作水平。然而, 如何在全英文教学中达到“两性一度”的目标, 提升学生兴趣和课堂参与度, 切实提高学生的专业能力和英语交流能力, 值得探究。本校专业选修课“微生物遗传学”全英文教学已超过 10 年, 在教学过程中, 突出以学生为本、能力培养的核心理念, 对课程内容、教学实施、语言能力和考核方式等方面进行不断的探索和改革。在教学内容上, 根据学生的知识储备和需求, 将知识学习与科学逻辑和实验技术融会贯通; 在课堂教学过程中, 结合学生的英语水平, 将讲授、提问和讨论有机结合, 提升学生专注度和英文交流能力; 在习题设计上, 采用拓展性问题使学生对课堂知识活学活用; 在考试内容和形式上, 采用开放模式锻炼学生运用专业知识结合英文文献解决问题的能力, 达到提升科研水平的目标。经过不断地探索与实践, 本课程激发了学生主动学习的热情和课堂参与度, 使学生们在充分理解、掌握课堂内容的基础上, 提升了科研能力和专业英语水平, 取得了良好的全英文教学效果。

关键词: 微生物遗传学; 全英文教学; 教学质量

资助项目: 天津市普通高等学校本科教学改革与质量建设研究计划(B231005521); 南开大学本科教育教学改革项目(NKJG2023108)

This work was supported by the Tianjin Ordinary Higher Education Institutions Undergraduate Teaching Reform and Quality Construction Research Program (B231005521) and the Nankai University Undergraduate Education and Teaching Reform Project (NKJG2023108).

*Corresponding author. E-mail: wuweihui@nankai.edu.cn

Received: 2023-10-25; Accepted: 2024-01-18; Published online: 2024-02-04

Practice for improving the teaching performance of Microbial Genetics in English

WU Weihui*, JIN Yongxin, LI Mingchun, YU Qilin, WEI Dongsheng

Key Laboratory of Molecular Microbiology and Technology of the Ministry of Education, Department of Microbiology, College of Life Sciences, Nankai University, Tianjin 300071, China

Abstract: In the implementation of the Double First-Class initiative, international exchange and cooperation is an important part. Teaching specialized courses in English can enhance students' ability to master, understand, and use knowledge, while also improving their proficiency in using, expressing, and writing in English. It is worth exploring how to achieve the goals of teaching advanced, innovative, challenging content of specialized courses in English, enhance students' interest and classroom participation, and improve their professional and English communication abilities. The optional course Microbial Genetics has been taught in English in Nankai University for more than 10 years. The teaching emphasizes the student-centered concept and ability training, and continuous exploration and reform have been carried out in teaching content, classroom teaching, language ability, and assessment methods. In terms of teaching content, we combined knowledge learning with scientific logic and experimental technology according to students' knowledge background and needs. According to students' English skills, we integrated teaching, questioning, and discussion to enhance students' focus and English communication abilities in the process of classroom teaching. In the design of exercises, challenging questions were used to make students learn and apply knowledge actively. In terms of the assessment, open-book examination was adopted to train students' ability to use knowledge and English-language articles to solve problems, so as to improve their scientific research abilities. After continuous exploration and practice, our teaching practice has stimulated students' enthusiasm for learning and participation in class and enabled students to improve their scientific research ability and English skills on the basis of fully understanding and mastering the class content, achieving good teaching performance.

Keywords: Microbial Genetics; teaching in English; teaching quality

在当今全球化不断发展的时代, 英语依旧是全球最为广泛使用的语言之一, 特别是在科研技术领域, 英语是国际会议和论文发表的主要通用语言。为了使学生高效学习学科知识和前沿进展, 在科技和文化交流中能够无障碍沟通, 有必要进行专业课的全英文授课。同时, 全英文专业课程建设对于合作办学、吸引留学生至关重要。2020年, 八部门《关于加快和扩大新时代教育对

外开放的意见》中指出要做强“留学中国”品牌, 根本在于提升来华留学教育质量和水平, 要“打造更具国际竞争力的留学教育”^[1-2]。我国《国家中长期教育改革和发展纲要(2010-2020)年》中明确指出: “全面提高高等教育质量”是核心任务^[3]。因此, 高质量全英文专业课程的建设既能对内提高学生的能力, 又能对外提升吸引力。

微生物遗传学是微生物学中的重要学科分

支,主要包括基因组结构、遗传变异、基因表达调控和规律等研究。同时,许多分子生物学技术,如克隆、PCR、CRISPR等基因编辑工具以及合成生物学都与微生物遗传学紧密相关。提高“微生物遗传学”课程教学质量,既让学生建立完整微生物学的知识体系,又能将课堂知识灵活运用科研中,并激发学生的专业兴趣^[3-6]。我们自2013年起,采用全英文讲授“微生物遗传学”课程,在教学中根据学生的知识体系和专业英语基础对课程进行优化,以求使学生达到理论、思维和英语的全面提高。本文对改进教学方法、提升教学质量的探索进行了总结,主要包括对教学内容的整理和优化、对教学组织方式和课堂节奏的改进、专业英语的提高,习题和考试评价的设置,以及学生的反馈和取得的效果。

1 学生情况和课程目标

在我国早期的教育理念中就强调了“因材施教”,即在教学中按照学生的知识水平、学习能力,教师选择合适的方式来有针对性地教学。国家中长期教育改革和发展纲要规划中明确提出了以学生为中心的教育理念。“微生物遗传学”课程的授课对象主要为三年级本科生。在学习本课程之前,学生已经学习了生物化学、细胞生物学、遗传学和微生物学等专业基础课程,基本建立了知识框架体系;在实验课中学习了基本的实验技术,大部分学生进入不同的课题组进行了科研训练,掌握了一定的实验技能,培养了科研思维;在英语能力方面,选课学生已基本全部通过四级英语考试,约80%通过六级考试,具有较好的听说读写能力,并且在前期专业课程的学习中,掌握了基本的专业词汇,能够独立阅读英文文献,但阅读量相对较小,书面和口语交流训练较少。另外,这些学生即将开始进行毕业论文研究,需要大量阅读文献,并培养实验设计、结果

分析、总结与交流能力和创新性思维;很多学生在毕业后会选择进一步深造。

选修本课程的学生对科研都有较高的兴趣,希望能够通过本课程的学习,提高自身科研和专业英语能力,为继续深造及取得优秀工作成果奠定坚实基础。同时,部分学生有几个问题值得注意:(1) 课堂参与度不高,课后不注重随时复习;(2) 不能有效地将课堂知识与科研实验相联系;(3) 实验中科学思维及解决问题能力不足;(4) 综合性、拓展性的思考不足;(5) 对专业英语的掌握、表述和英文文献的阅读能力有待提高。

根据学生的知识、科研背景以及学业阶段等特点,本课程旨在使学生在掌握基础知识的同时,密切联系科研,提高科学素养和对科研的兴趣,主要课程目标包括:(1) 掌握扎实的微生物遗传学基础理论知识、建立知识体系;(2) 综合运用所掌握的理论知识进行问题分析,能够针对生物科学问题设计实验方案,开展研究探索,能够根据实验结果得出准确的结论,具有批判性思维 and 创新能力,能够发现、辨析、质疑、评价相关领域的现象和问题,培养良好的学习意识和自我管理、自主学习能力,提高综合运用知识进行高阶性思考的能力,提升科研素养;(3) 具有精益求精、刻苦钻研的敬业精神,坚持正确的政治方向,具有人文底蕴、科学精神、职业素养和社会责任感;(4) 增强文献查阅和专业英语学习、交流和写作能力,为进行科学研究以及进一步深造奠定坚实基础。

为了达到上述目标,本课程始终坚持以学生为中心的教育理念,在教学内容、课程设计、考核方式等方面进行了改革与探索,特别是着力加强了基础知识与实验技术、设计、结果分析的结合,课程教学过程中多使用问题导入、提问式、讨论、案例式等教学方法,激发学生的学习和科研热情,取得了一定效果。

2 教学内容

2.1 教学内容和课时分配

微生物遗传学在本校为专业选修课，授课 32 学时，教学内容见表 1。

2.2 教学内容的整理与拓展

为了提升学生兴趣，完善知识体系构建，加强课堂知识与科研实际和前沿进展的联系，本课程在精心准备基本知识点的同时，对部分课程内容进行了重塑。由于学生们已经学习了生物专业的基础课程，教学内容的安排可以根据学生已掌握的知识点进行，具有相对较高的灵活性。本课程力求结合这一优势，丰富教学内容，注重各知识点间的相互联系，提高学生综合运用知识的能力和整体性思维，并将基础知识与科研实验紧密连接。各章节教学内容的延伸、讨论和测试问题总结见表 2。例如，确定遗传物质的实验是微生物遗传中经典知识点，在“微生物学”和“遗传学”课程中都有涉及。本课程在课堂上让学生叙述 Griffith 的肺炎链球菌转化实验的过程和结论，并在此基础上延伸至天然感受态和人工感受态细胞，讲解天然感受态细胞形成的条件；提出 DNA 进入细胞并稳定存在都有哪些障碍的问题，与学生进行讨论，从这一问题出发，总结革兰氏阳性菌摄取环境中 DNA 的过程，而对于带有外膜的革兰氏阴性菌，结合 2018 年发表于 *Nature Microbiology* 的文献和相关视频讲解 DNA 跨越外膜的机制^[7]，并在此过程中，结合文章中的实验，讨论如何设计实验验证基因功能；接下来与学生讨论在人工感受态细胞转化实验中，进入细胞的 DNA 与天然转化有何不同，外源双链 DNA 在细胞内是否能稳定存在？由此问题出发，讲解细菌的限制修饰系统，并给学生展示常用大肠杆菌(如 DH5 α)感受态细胞的基因型，讨论为什么与野生型大肠杆菌相比，DH5 α 的转化效率会显著升高。上述内容的知识导图见图 1。

表 1 教学内容及课时安排

教学内容 Course contents	学时 Class hour
Introduction and Chapter 1 Introduction	4
1. Basic concepts 2. Advantages of bacteria in genetics 3. History and development of microbial genetics	
Chapter 1 The bacterial chromosome	
1. DNA is genetic material 2. DNA structure 3. The bacterial chromosome 4. Replication of bacterial chromosome 5. Chromosome in eukaryote 6. Applications	
Chapter 2 DNA repair	2
1. Specific repair pathways 2. General repair mechanisms 3. DNA damage tolerance mechanism	
Chapter 3 Mutation	2
1. Definitions 2. Useful phenotypes in bacterial genetics 3. Mutation rates 4. Types of mutations 5. Reversion versus suppression 6. Genetic analysis in bacteria 7. Reverse genetics and gene replacement	
Chapter 4 Genetics of viruses	4
1. Lytic bacteriophages 2. Temperate bacteriophages 3. Influenza virus 4. HIV (human immunodeficiency virus) 5. Retroviral vector	
Chapter 5 Plasmid	2
1. Basic knowledge of plasmids 2. Properties of plasmids	
Chapter 6 Conjugation	2
1. Overview of conjugation 2. Mechanism of DNA transfer during conjugation in Gram-negative bacteria 3. Chromosome transfer by plasmids	
Chapter 7 Transposition	4
1. Overview of transposition 2. Structure of bacterial transposons 3. Types of bacterial transposons 4. Transposon mutagenesis	
Chapter 8 Gene expression	4
1. Transcription 2. Translation 3. Protein secretion	
Chapter 9 Regulation of gene expression	4
1. Transcriptional regulation 2. Post-transcriptional regulation 3. Post-translational regulation	
Chapter 10 Global regulation: regulons and stimulons	2
1. Overview 2. Stress responses in bacteria 3. Regulation of virulence genes in pathogenic bacteria 4. Quorum sensing 5. Biofilm 6. Antibiotic resistance	
Summary and review	2

表 2 拓展内容、讨论和测验问题

Table 2 Extended contents, discussion topics and quizzes

章节 Chapter	拓展讲解内容 Expanded contents	讨论 Discussion	问题 Questions
1 Introduction and Chapter 1 Bacterial genome	转化, PCR, 一代测序 Transformation, PCR, Functions of the Fis and first generation sequencing	Fis、HNS 蛋白功能 HNS proteins	知识点: 限制修饰系统 目的: 了解对转化效率的影响因素 Knowledge point: restriction and modification systems Objective: understand the conditions that affect transformation efficiency If you isolated the same plasmid from wild type <i>Escherichia coli</i> and <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (another Gram negative bacteria), and transformed the same amount of the two plasmids into a <i>Pseudomonas aeruginosa</i> strain (see the figure below), which plasmid can give rise to more transformants? And why?
2 DNA repair	易错 PCR Error prone PCR	Ames test 中菌株的选择 Choice of the strains in the Ames test	知识点: DNA 修复机制, 诱变菌株技术 目的: 了解菌株引入随机突变的原理 Knowledge points: DNA repair mechanisms, strain mutagenesis techniques Objective: understand the mechanisms to introduce random mutations After a plasmid is replicated in the <i>E. coli</i> strain XL-1 Red [F- <i>endA1 gyrA96(nal^R) thi-1 relA1 lac glnV44 hsdR17(rK-mK+) Tn10 mutS mutT mutD5</i>], what may happen to the plasmid
3 Mutation	定点突变技术 Targeted mutation	1. 哪些基因突变会造成条件致死表型, 为什么? 1. What mutations will cause conditional lethal phenotypes? Why? 2. 为什么大肠杆菌组氨酸营养缺陷型和链霉素耐药的突变率相差 1 000 倍以上? 2. Why is there more than 1 000-fold difference in the mutation rates between His ⁻ and Str ^r ? 3. 同义突变一定不会导致表型变化吗? 3. Is that true that synonymous mutations will not cause any phenotypic change?	知识点: 突变菌株筛选, 表型鉴定, 基因功能鉴定 目的: 巩固所学知识, 提高实验设计能力 Knowledge points: screen and selection of mutants, phenotype characterization, identification of gene functions Objective: consolidate learned knowledge and improve experimental design skills 1. Describe how do you isolate an <i>E. coli</i> His ⁻ Str ^r double mutant. 2. A patient was infected by a strain of pathogenic <i>E. coli</i> . Treatment with gentamicin could not control the infection. The <i>E. coli</i> was found to be resistant to gentamicin. If you are a doctor and have these antibiotics, ampicillin, streptomycin and tetracycline, how do you determine which antibiotic should be used to treat the infection? 3. In <i>E. coli</i> , mutation in <i>argH</i> gene leads to auxotrophic phenotype. The mutant's growth requires the amino acid arginine. In a <i>Salmonella typhimurium</i> strain, there are two <i>argH</i> homologous genes on the chromosome, designated <i>argX</i> and <i>argY</i> . How can you design experiments to determine which gene has the similar function as the <i>argH</i> in <i>E. coli</i> ?

(待续)

(续表 2)

章节 Chapter	拓展讲解内容 Expanded contents	讨论 Discussion	问题 Questions
4 Genetics of viruses	逆转录病毒包装系统 Packaging systems of retrovirus	1. 噬菌体如何从内部降解细菌细胞壁? 1. How do phages lyse bacterial cell wall from the cytoplasm? 2. 细菌有哪些抵御噬菌体的机制? 2. What are the bacterial defense mechanisms against phages?	知识点: 溶源化噬菌体, λ Red 基因突变系统, 流感病毒突变、重组 目的: 巩固溶源化调控机制, 了解基因敲除技术 Knowledge points: lysogenic phages, λ Red mutation system, mutations and recombination of influenza viruses Objective: consolidate the regulatory mechanism of the lysogenic life cycle, understand techniques of gene knock-out. 1. What will happen if an <i>E. coli</i> λ lysogen is infected by another λ phage? And Why? 2. An <i>E. coli</i> strain contains a plasmid expressing the λ phage recombination proteins. What may happen if another plasmid containing a DNA fragment homologous to <i>E. coli</i> genomic DNA is transferred into this strain? 3. A lytic phage infects <i>E. coli</i> strains with mutations in the restriction and modification system. The released phages are used to infect wild type <i>E. coli</i> . Compare the plaque numbers from the phages and explain. 4. What might be the consequences of a mutation on the hemagglutinin gene? (both the virus and the host defense mechanisms) 5. Imagine what might happen if two different influenza viruses infect one cell at the same time.
5 Plasmid	FRT 位点在基因编辑中的应用 Application of the FRT sites in gene editing	低拷贝质粒通过哪些机制稳定保存于细胞中? What are the mechanisms that maintain the stability of the low copy number plasmids?	知识点: 质粒不相容性 目的: 提高逻辑思维和实验设计能力 Knowledge point: plasmid incompatibility Objective: improve logical thinking and experimental design skills How to determine whether two plasmids are in the same Inc group or not? (One plasmid has ampicillin resistant gene, the other one has kanamycin resistant gene)
6 Conjugation	优化提高接合转移效率的条件 Optimize condition to enhance conjugation efficiency	如何将一个质粒(如 pUC18)改造成可接合转移质粒? How to modify a plasmid (e.g. pUC18) to construct a mobilizable plasmid?	知识点: 三亲接合转移技术 目的: 了解相关实验技术及注意事项 Knowledge point: triparental mating Objective: understand relevant experimental techniques and precautions What may happen if the following three <i>E. coli</i> strains are mixed? Strain 1: containing an entire F plasmid; Strain 2: containing a plasmid with an <i>oriT</i> site; Strain 3: no plasmid
7 Transposon	定位转座子插入位点的方法 Methods to localize transposon insertion sites	如何利用转座子诱变鉴定与某一表型相关的基因? How to identify genes related to certain phenotype by transposon mutagenesis?	知识点: 转座子插入的基因失活和极性效应 目的: 掌握转座子随机突变技术 Knowledge point: gene mutation and polar effects caused by transposon insertion Objective: understand the technique of random transposon mutagenesis

(待续)

(续表 2)

章节 Chapter	拓展讲解内容 Expanded contents	讨论 Discussion	问题 Questions
			<p>1. Below is the transposon (Tn) mutagenesis experiment we talked about in the class. Although sufficient mutants had been sequenced, there were about 600 genes (1/10 of the genome) without Tn insertion. Why? (Hint: This is not due to "cold spot". The cold spots cannot be such cold that no Tn can insert in.)</p> <p>2. The Tn5 is inserted into <i>trpE</i> that is the first gene of the operon.</p> <p>(1) How will the insertion affect the expression of downstream genes?</p> <p>(2) How can you design the Tn5 to reduce the influence on the expression of downstream genes? Think about random insertions.</p>
8 Gene expression	基因表达报告系统, 转录融合与翻译融合 Gene expression reporter systems, transcriptional and translational fusions	核糖体结合位点是否有强弱之分? Are there strong and weak ribosome binding sites?	<p>知识点: 基因转录与翻译相关元件, σ 因子竞争 目的: 巩固基因表达元件知识, 了解全局调控 Knowledge points: components of gene transcription and translation, σ factor competition Objective: consolidate the knowledge of components in gene expression, understand global regulation</p> <p>1. Please align the following components on DNA: start codon, -35 region, stop codon, SD sequence, -10 region.</p> <p>2. The RNA polymerase core enzyme level is relative stable in bacteria. There are several different sigma factors in <i>E. coli</i>, which recognize distinctive promoters. What may happen if one sigma factor is up regulated (meaning that the level of that sigma factor is increased)?</p>
9 Regulation of gene expression	由 <i>lac</i> 启动子衍生的基因表达系统 Gene expression systems derived from the <i>lac</i> promoter	<p>1. 如何设计引物, 构建带 FLAG 标签的融合基因 1. How to design primers to construct FLAG-tag translational fusions?</p> <p>2. 阿拉伯糖启动子能否用于构建基因表达系统? 2. Can the promoter of the arabinose operon be used to construct a gene expression system?</p> <p>3. 有哪些检测 RNA 和蛋白水平的实验方法? 3. What are the methods that are used to determine RNA and protein levels?</p>	<p>知识点: 转录水平和转录后水平调控 目的: 加深对基因调控的理解, 提高逻辑分析能力 Knowledge points: transcriptional and post-transcriptional regulation Objective: deepen understanding of gene regulation and improve logical analysis ability</p> <p>1. How to examine the direct interaction between Crp and target DNA?</p> <p>2. To study the expression of a gene <i>hspG</i>, you constructed a <i>hspG-lacZ</i> translational fusion. When you shifted the culture temperature from 37 °C to 42 °C, the LacZ level increased 5 folds.</p> <p>(1) Based on the result, can you draw the following conclusions? (A) The transcription of <i>hspG</i> is induced by the temperature upshift. Yes or No? (B) The translation of <i>hspG</i> is induced by the temperature upshift. Yes or No?</p>

(待续)

(续表 2)

章节 Chapter	拓展讲解内容 Expanded contents	讨论 Discussion	问题 Questions
		4. 如何检测蛋白间相互作用? 4. What are the methods to investigate protein-protein interactions?	(2) Why?
10 Global regulation: regulons and stimulons	持留菌特点和形成机制 Characteristics and formation mechanisms of persister bacterial cells	细菌种内和种间是否有信号交流? Are there intraspecies and interspecies signal communications among bacteria?	知识点: 蛋白修饰与基因表达调控 目的: 学习实验思路 Knowledge points: protein modification and regulation of gene expression Objective: learning experimental ideas PhoR is a regulatory protein that directly activates the expression of a <i>phoP</i> gene. A mass spectrometry analysis demonstrated that PhoR is phosphorylated at S123 (serine123) and T145 (threonine145). How do you determine whether the phosphorylation of S123 and T145 is required for the regulation of <i>phoP</i> by PhoR?

在指导学生进行科研的过程中,我们发现学生并不完全了解各基因克隆表达系统的具体原理和使用方法,在实验设计和实施中造成一定困扰。为了解决这一问题,我们在讲解了乳糖操纵子后,细致展示了由乳糖操纵子衍生的蓝白筛选系统,*lacUV5*、*tac*、T7 启动子以及大肠杆菌 BL21 的基因型,结合乳糖操纵子调控机制,说明各表达系统的使用方法。

逆转录病毒的包装和转导是细胞生物学中一项重要的技术。在病毒一章中讲解艾滋病病毒的生活周期和复制原理的基础上,我们介绍了逆转录病毒包装系统、实验原理、方法和应用,并比较了与转染(transfection)的区别,从而将课堂知识与其他学科的科研应用联系在一起,协助学生构建完整的知识框架体系,加深对实验技术的理解。

3 课堂讨论问题

课堂讨论能够激发学生兴趣,提升学生注意

力,提高教学效果^[8-9]。在全英文教学中,还能够锻炼学生的表达交流能力。本课程在课堂中设置了两种类型的问题,一种相对简单,学生根据讲授知识基本能做出准确回答,这类问题主要是为了加强互动,检查学生对英文教学内容的接受程度。另一类问题需要学生进行拓展性思维,并可以进行小规模分组讨论,再与教师沟通。课堂主要讨论题目总结见表 2。例如,在讲授转座子的结构和特点后让学生设计实验,利用转座子筛选与某一表型相关的基因,其中涉及能否直接使用天然转座子,如何构建更高效的筛选用转座子、鉴别诱变后表型、确定转座子插入位置以及确定鉴定出的基因与研究的表型相关;提出回补实验不能回复表型的实验现象,讨论可能的原因,巩固“极性效应(polar effect)”的概念。这一论题涵盖了微生物遗传学经典研究方法的完整过程,既能增加对转座子性质的了解,又熟悉了实验流程,训练了逻辑思维。该讨论题目的思维导图见图 2。

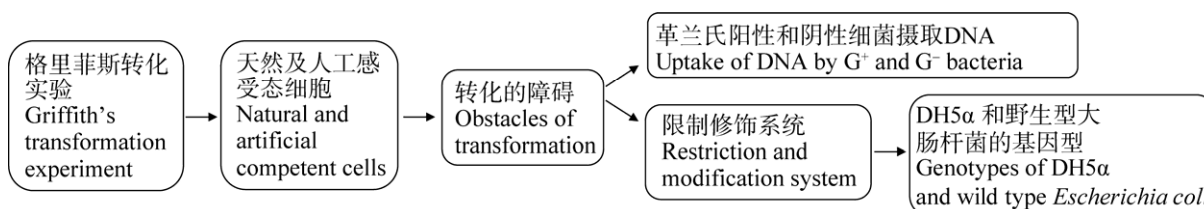


图1 肺炎链球菌转化实验及延伸内容知识导图

Figure 1 Knowledge map of the *Streptococcus pneumoniae* transformation experiment and extended contents.

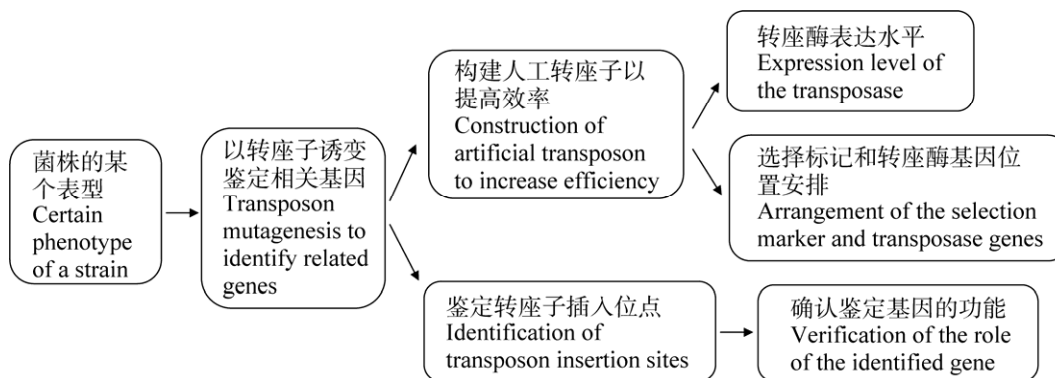


图2 转座子随机诱变实验思维导图

Figure 2 Mind map of the random transposon mutagenesis experiment design and analysis.

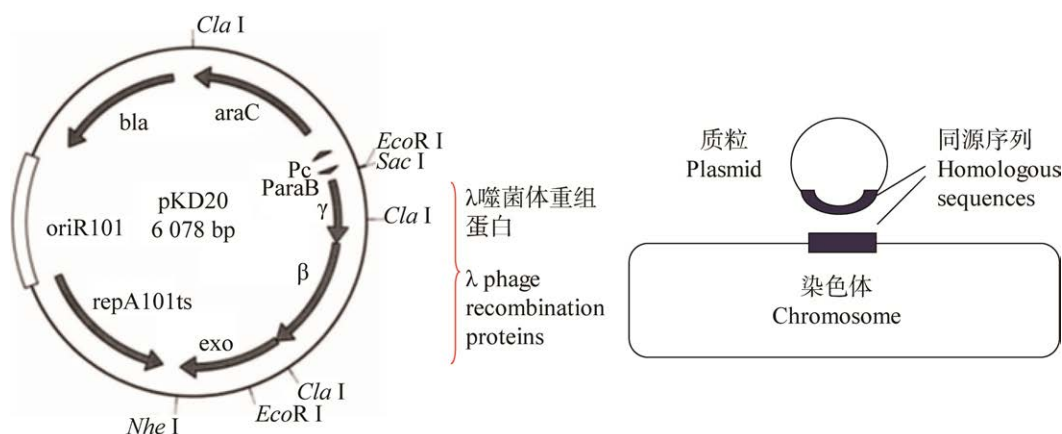
在讲授基因表达调控机制后,询问学生已知有哪些检测 mRNA 和蛋白水平,以及蛋白间相互作用的方法,并询问各方法的原理。借助细菌双杂实验使学生在加深对该系统了解的基础上,巩固基因调控相关知识,并讨论如何设置对照,培养学生的科研思维。在教学中发现,学生对实时定量 PCR 的原理大致了解,但细致的数据分析、质量控制不清楚,因此在课堂上增加相关内容。

4 随堂测试

在每节课的开始用与前次课内容相关的问题进行随堂测验。问题的类型为实验设计、数据分析、现象解释或结果预测,有些题目实际上就是由基础知识发展而来的实验技术方法(表2)。这些挑战性问题需要学生在充分理解掌握课堂知识的基础上,进行合理的逻辑分析,并依靠创新性思维进行设计或推断。课上由学生讲解自己的答案,教师引导进行讨论并解析答案。通过这一教学设计达到4个目的:(1) 培养把功夫下在平时的学习

习惯。由于每堂课都以随堂测试开始且均为知识拓展性问题,学生需要提前复习所学知识,并融会贯通、进行深度的思考;(2) 激发兴趣、提高注意力。每次上课后,先公布测试题目,给学生10–15 min 答题。由于学生普遍具有了解正确答案的心理,在随后的解答环节中会注意力高度集中,从而加深了对相关知识和方法的印象,也从课堂的起始阶段就激发起兴趣;(3) 通过对这些问题的思考和讨论,学生在巩固基础知识的同时学习了新的实验技术或进行实验设计、分析实验结果的能力,提高了分析和解决问题的能力,并激发学生的批判性思维;(4) 师生用英文进行讨论,锻炼了学生用英文进行科学表述和交流的能力。

在讲授λ噬菌体后,如图3所示,提出问题“An *E. coli* strain contains a plasmid expressing the λ phage recombination proteins. What may happen if another plasmid containing a DNA fragment homologous to *E. coli* genomic DNA is transferred into this strain?”.该题目考核的是学生

图3 λ 噬菌体相关题目Figure 3 A λ phage related question.

对 λ 噬菌体重组系统的理解,且涉及的质粒即为遗传操作中常用的 λ -Red系统。在讨论正确答案后,由教师展示 λ -Red系统的实验设计和常规操作方法,达到巩固知识、学习技术的双重目的。

5 期末考试

本课程随堂测验占总成绩40%;期末考试为开卷考试,占总成绩60%。期末考试的主要内容是近两年微生物遗传学相关研究的一篇文章,提前一周发给学生,学生在阅读过程中可以随意讨论、上网查询、请教老师或其他学生。考试题目主要包括研究的目的、意义,相关背景知识,具体实验方法,实验设计的依据和理论基础,数据分析和结论。选取该考试方式的目的是让学生结合已有的知识,认真阅读文献,且考点都是科研人员在文献阅读中关注的内容;而且在真正的科研中,研究人员是能够随意地搜索资料、相互请教和讨论。因此,这一考试方式更像是一种训练,旨在培养学生的学习能力和科研思维。历年的考试中,学生基本能够准确地回答问题,体现了良好的文献阅读和分析能力。在期末考试试卷中还有20分难度较大的题目,主要是结果分

析、实验设计等灵活题目,测试学生综合运用所学知识的能力。

6 提升全英文教学效果的方法和手段

相对于母语而言,英文授课会存在一定的语言障碍。从学生的角度,有可能在听课过程中,将注意力更多地放在语言的理解上,而忽略了知识的要点和逻辑关系,而且易产生疲劳感;有时可能会因为一个关键名词不明白而导致整个内容未听懂。为了保证授课效果,切实提高学生专业能力和英语水平,本课程在教学中采取了三项措施。

第一,充分了解学生专业英语水平。教师在前两次课设计问答讨论环节,主要是在学生前期专业课基础上与本课程相关的内容,并保证每个学生至少有两次交流的机会。例如,在绪论(introduction)部分,让学生举例“与微生物遗传学相关的生物学技术”,并对技术的细节进行问答讨论。通过问答讨论环节,可以基本了解学生对英文授课内容的理解能力以及语言表达能力。随着课程的进行,学生的表达能力有明显的提高。

第二,保证教师英文授课能力,把控课堂

节奏。英文授课要求教师充分做好备课工作,课堂中保证发音的准确性,控制好语速,并且在授课过程中对学生可能不熟悉的关键词汇进行解释,随时关注学生的表现和反应,一旦发现可能有跟不上的学生,要及时进行沟通。为了提高学生的注意力和兴趣,本课程在整体授课过程中,注意做到设计每 10 min 至少一个提问或互动环节,使每堂课张弛有度。

第三,提前发布教学课件、相关参考文献和视频资料,鼓励引导学生查阅最新相关研究进展。学生在课前通过预习能够熟悉课程内容和专业词汇,并可以根据自己查阅的文献提出问题或进行讨论,使学生在提高学习效果的基础上提升专业英语交流的自信心。英文视频资料包括对科研人员的访谈,时事新闻,对课堂相关内容的介绍等,学生通过观看视频,加深了对课题内容的理解,提升了兴趣,增强了英语环境下的学习能力。

7 课程效果和改进方向

本课程在探索和改革中积累了较为丰富的经验,提高了课程内容讲授和组织水平,2020 年获批天津市一流本科建设课程。主讲人吴卫辉 2020 年获得南开大学唐立新优秀教学教师奖。由本课程内容归纳整理制作的全英文微课“The F Plasmid”于 2020 年获得“全国高校生命科学类微课教学比赛”一等奖,并发表教学研究论文《探索“微生物遗传学”高效课堂——“The F Plasmid”微课教案》,高校生物学教学研究(电子版),2021^[10]。专业教学督导组对课程表示肯定,认为“该课程为全英文教学,多年来课程设计和讲授上都在‘提升高阶性、突出创新性和增强挑战度’上下功夫,是一门值得推荐的优秀课程。”“课堂上一直与学生交流、互动、启发、提问。并且鼓励学生回答问题,学生也表现出对该课程的极大兴趣。”“课程组教学目的明确,能够针

对学生中出现的问题进行设计教学方式、方法,有的放矢地进行教学,使学生提高学习兴趣,提高了英文阅读能力,提高了学生分析问题和解决问题的能力,并激发学生批判性的思维。”“教师备课认真,讲课层次清晰,重点突出。”近 3 年本课程学生评教平均分为 97.8,在评教系统考查中,学生都给予 5 颗星的评价,包括:(1) 激发我的兴趣培养、探索欲望和视野拓展,满足我的求知需要,启示我全面发展;(2) 加强我自主学习、实践和探索,引导我摆脱死记硬背的学习方式;(3) 有助于支撑专业能力,拓展了我的思维空间,愿向其他学生推荐。学生认为“老师讲得特别好,全面详细、认真负责,收获很大”“老师讲了很多十分实用的知识”“吴老师在教学中很细致,作业也能及时巩固课堂内容”“提高了英语能力,知道了怎么去吸收生物知识然后清晰表述”,表示“十分有意愿来上课,每节课很享受”“选修此课程是有压力的,很喜欢这一课程,可以挑战自我”。在疫情前每年本班中都有学生参加国际基因工程机器大赛(International Genetically Engineered Machine competition, iGEM),约占参赛队员的 85%,2016–2018 年连续 3 年获得金奖。选修本课程的学生中有多人进行海外交流学习,一名学生本科在学期间在交流实验室以第二作者发表 *Nature* 论文一篇(<https://news.nankai.edu.cn/ywzd/system/2020/10/15/030041208.shtml>)。

总体而言,本课程针对授课对象主要为三年级本科生的特点,在讲授基础知识的同时,着重于整体知识框架的建立和科研能力的提高,注重各知识点间的相互联系,提高学生综合运用知识的能力;将基础知识与分子生物学技术和科研实践紧密结合,以问题为导向,激发学生的兴趣,培养创新性思维;加强讨论环节,提高学生专业英语听说读写和科研交流的能力,为学生从事科研和工作奠定坚实的基础(图 4)。

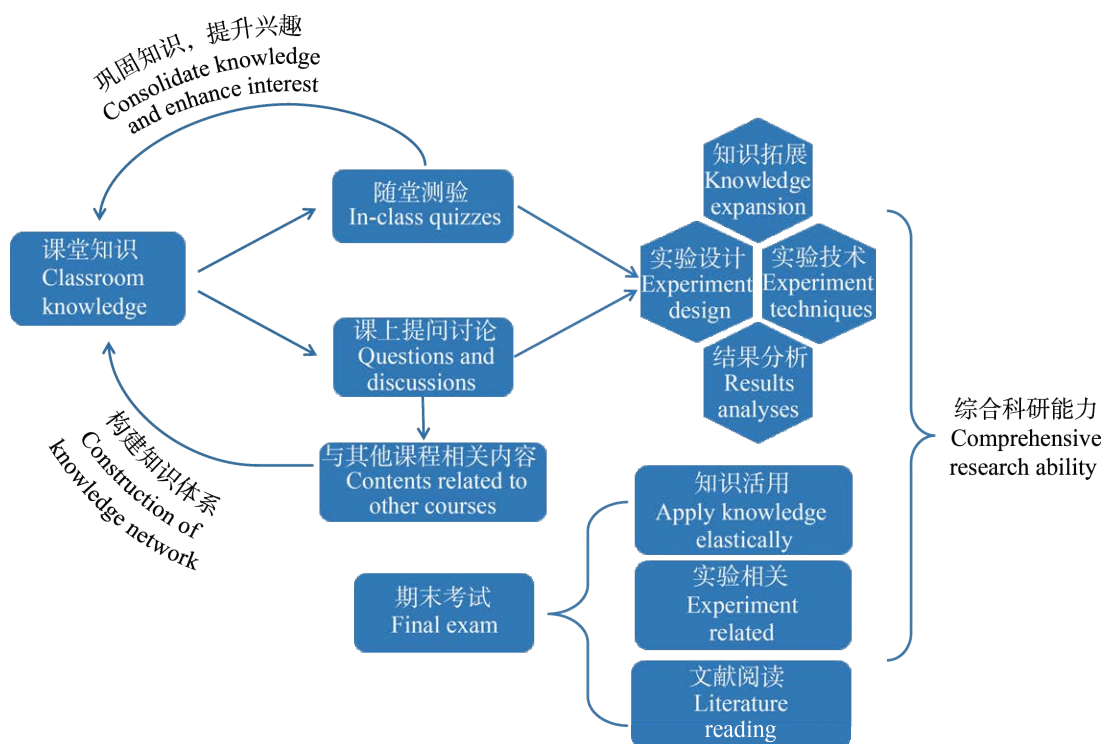


图 4 本课程的特点和创新点

Figure 4 The features and innovation of this course.

从期末考试答题情况来看,学生对文献内容相关的基本问题都能进行准确回答,今后将增加逻辑分析、拓展性实验设计及可能的研究方向等问题,检验学生的科研思维。最后,我们认为,专业课程应该以传授知识、提高兴趣和训练思维为主,语言水平的训练要服从于课程的主要目的。从历年来学生的考评结果和反馈来看,本课程较好地达到了提高专业能力和英语水平的目的。后续本课程将进一步根据学生的反馈改进教学,提高课堂效率,扩大文献阅读相关环节,为学生提供更为丰富的专业英语音视频资源,并计划制作英文虚拟仿真实验课堂,提高英语应用和交流能力。

REFERENCES

[1] 徐小洲, 阚阅, 冯建超. 面向 2035: 我国教育对外开

放战略构想[J]. 中国高教研究, 2020(2): 49-55.

XU XZ, KAN Y, FENG JC. Facing 2035: the strategic conception of China's educational opening-up[J]. China Higher Education Research, 2020(2): 49-55 (in Chinese).

[2] 方嘉, 唐泽威. “一带一路”倡议背景下高校国际化发展的现状与展望[J]. 高教学刊, 2020(3): 7-9.

FANG J, TANG ZW. The current situation and prospect of internationalization development of colleges and universities under the background of “one belt, one road” initiative[J]. Journal of Higher Education, 2020(3): 7-9 (in Chinese).

[3] 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020 年) [EB/OL]. (2010.7.29) http://www.gov.cn/jrzq/2010-07/29/content_1667143.htm.

Outline of the National Medium and Long Term Education Reform and Development Plan[EB/OL]. (2010.7.29) http://www.gov.cn/jrzq/2010-07/29/content_1667143.htm.

[4] 何进, 唐清, 陈雯莉, 王莉, 端木德强, 金安江. 基于创新能力培养的“微生物学”研究型教学模式探索[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 635-641.

HE J, TANG Q, CHEN WL, WANG L, DUANMU DQ,

- JIN AJ. Exploration of research-oriented Microbiology teaching model based on innovative creativity[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 635-641 (in Chinese).
- [5] 陈向东. 开放式教育潮流下的我国微生物学教学改革与人才培养[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 471-472.
- CHEN XD. The China Microbiology teaching reform and personnel training under the trend of open education[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 471-472 (in Chinese).
- [6] 宋存江, 王淑芳, 李国强, 马挺, 潘皎, 杨超, 魏东盛, 程志晖, 蔡峻, 邓飞. 新形势下开展微生物类课程教学改革的探索与实践[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 598-602.
- SONG CJ, WANG SF, LI GQ, MA T, PAN J, YANG C, WEI DS, CHENG ZH, CAI J, DENG F. Exploration and practice of teaching reformation for microbe-class course under new circumstances[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 598-602 (in Chinese).
- [7] ELLISON CK, DALIA TN, VIDAL CEBALLOS A, WANG JCY, BIAIS N, BRUN YV, DALIA AB. Retraction of DNA-bound type IV competence pili initiates DNA uptake during natural transformation in *Vibrio cholerae*[J]. *Nature Microbiology*, 2018, 3: 773-780.
- [8] 潘皎, 刘方, 吴卫辉, 马挺, 魏东盛, 靳永新, 徐海津, 李霞, 陈凌懿. 微生物生理学课程建设与教学改革体会[J]. *微生物学通报*, 2020, 47(4): 1068-1073.
- PAN J, LIU F, WU WH, MA T, WEI DS, JIN YX, XU HJ, LI X, CHEN LY. Construction of Microbial Physiology course and experience in teaching reform[J]. *Microbiology China*, 2020, 47(4): 1068-1073 (in Chinese).
- [9] 潘皎, 韩焯青, 李霞. 基于 O-AMAS 有效教学模型的在线教学实践: 以“微生物生理学”课程为例[J]. *高校生物学教学研究(电子版)*, 2021, 11(1): 17-20.
- PAN J, HAN YQ, LI X. Online teaching practice based on O-AMAS teaching model during the epidemic period—taking microbial physiology course as an example[J]. *Biology Teaching in University (Electronic Edition)*, 2021, 11(1): 17-20 (in Chinese).
- [10] 吴卫辉, 任欢. 探索“微生物遗传学”高效课堂: “The F Plasmid”微课教案[J]. *高校生物学教学研究(电子版)*, 2021, 11(4): 6-7.
- WU WH, REN H. Exploration of efficient class of Microbial Genetics: “The F Plasmid” micro-course Plan[J]. *Biology Teaching in University (Electronic Edition)*, 2021, 11(4): 6-7 (in Chinese).