

高校教改纵横

## 疫情常态化下“发酵工程”线上线下混合式教学模式的改革与探索

林标声<sup>1,2</sup> 陈小红<sup>1</sup> 沈绍新<sup>1</sup> 何玉琴<sup>\*1,2</sup>

1 龙岩学院生命科学学院 福建 龙岩 360012

2 预防兽医学与生物技术福建省高等学校重点实验室 福建 龙岩 360012

**摘要:** 新型冠状病毒肺炎疫情防控常态化下, 线上线下混合式教学成为了许多高校课程采用的新型教学模式。本课程团队以学生为中心, 结合传统教学法(Lecture-Based Learning, LBL)和慕课教学的优点, 重新构建了“发酵工程”课程的教学过程, 对课程的教学目标、教学要求、教学章节、教学考核、教学方法等进行了一系列的改革探索, 并尝试了线上翻转课堂和课程思政融入课堂的教学模式, 学生自主学习的积极性得以提高, 促进、提升了课程的教与学效果。

**关键词:** 新型冠状病毒肺炎疫情, 发酵工程, 混合式教学, 教学改革

## Reform and exploration on Fermentation Engineering course online and offline blended teaching mode under the normalized epidemic prevention and control

LIN Biaosheng<sup>1,2</sup> CHEN Xiaohong<sup>1</sup> SHEN Shaoxin<sup>1</sup> HE Yuqin<sup>\*1,2</sup>

1 College of Life Sciences, Longyan University, Longyan, Fujian 360012, China

2 Key Laboratory of Fujian Universities Preventive Veterinary Medicine and Biotechnology, Longyan, Fujian 360012, China

**Abstract:** Online and offline blended teaching had become a new teaching mode adopted by many college course under the normalized epidemic prevention and control. Combining the advantages of LBL teaching and MOOC teaching, the course team re-constructed the online teaching process of Fermentation Engineering course with student as the center, and a series of reform and exploration were carried out on the teaching objectives, teaching requirements, teaching chapters, teaching assessment, teaching methods and so on. Meanwhile, the course team tried to turn the online flipped classroom and the ideological and political education integration into the classroom teaching mode, the students' enthusiasm for autonomous learning had been improved, and it also promoted and improved the teaching and learning effect of course teaching.

**Keywords:** 2019-nCoV epidemic, Fermentation Engineering, blended teaching, teaching reform

**Foundation items:** The Sixth Batch of Teaching Reform Research Project of Longyan University (2020JZ08); Regular Projects in 2020 of the 13th Five-Year Plan of Education Science in Fujian Province (FJJKCG20-037)

**\*Corresponding author:** E-mail: 82006042@lyun.edu.cn

**Received:** 05-03-2021; **Accepted:** 28-04-2021; **Published online:** 28-05-2021

**基金项目:** 龙岩学院第六批教学改革研究项目(2020JZ08); 福建省教育科学“十三五”规划 2020 年度常规课题 (FJJKCG20-037)

**\*通信作者:** E-mail: 82006042@lyun.edu.cn

**收稿日期:** 2021-03-05; **接受日期:** 2021-04-28; **网络首发日期:** 2021-05-28

2020 年突如其来的新型冠状病毒肺炎疫情严重影响了人们的生活节奏和课堂教学, 我校于 2020 年 2 月 17 日开始开展线上教学活动, 保证了全校教学工作顺利开展。当前, 新型冠状病毒肺炎疫情防控形势依然非常严峻, 虽然各高校均已陆续恢复了传统的课堂教学, 但各类形式的在线教学仍在继续, 如线上线下混合式教学将成为很长一段时间内新型冠状病毒肺炎疫情防控常态化下采取的合理、有效的课程教学模式<sup>[1-2]</sup>。

“发酵工程”是生物技术本科专业的一门专业核心必修课程, 其理论知识覆盖面广、疑难点多、内容较为抽象深奥, 而且与生产实践密切联系, 仅通过线上教学课程的学习难度较大。“发酵工程”是我校首批网络课程建设立项项目课程, 多年来该课程一直探索、尝试科技发展新形势下的教学模式, 具备开展线上线下混合式教学的条件和基础<sup>[3-4]</sup>。鉴于此, 我校生物科学与技术教学团队结合传统课堂教学(Lecture-Based Learning, LBL)和慕课教学的优点<sup>[5]</sup>, 充分运用中国大学 MOOC、超星学习通、腾讯会议、雨课堂等课程平台, 以学生为中心, 并针对疫情防控及将来课程教学发展情况重新构建了“发酵工程”课程的线上线下混合式教学过程, 以激励学生进行自主有意义学习, 提高教学质量。

## 1 教学目标的改革

“发酵工程”原定教学目标是以发酵工程为主线, 掌握发酵工程的基本原理和技能, 并能了解生物工程学科的最新发展动态, 达到培养学生分析和解决问题的能力<sup>[6]</sup>。针对新型冠状病毒肺炎疫情防控常态化防控的特殊要求和将来互联网科技的快速发展, 本课程团队决定对原先的教学目标进行适当的修改, 确定新的教学目标为: 学习和掌握发酵工程的基础理论知识和实践技能, 能灵活运用解决生产实践及发酵产品工业生产的实际问题, 为生物技术其他学科技术奠定应用所必需的基础知识; 培养学生自主学习和独立分析解决实际问题的能力, 增强创新意识, 提高综合素质;

并融入课程思政教育, 培养学生追求真理、勇于探究与实践的科学精神, 激发学生有志投身于发酵工程事业(如微生物疫苗的研制与生产), 为祖国的抗疫事业贡献自己的力量。

## 2 教学内容的改革

“发酵工程”改革前教学内容分为 10 章 48 学时, 采用 LBL 传统课堂讲授教学模式, 教学考核的评价以期末笔试成绩为主、平时课堂表现成绩为辅, 教学方法比较单一, 翻转课堂、教学互动较少, 也未进行主动的课程思政教育。在疫情防控常态化下, 高校推迟开学、提前放假是常态, 甚至课程学习中后期疫情可能局部突出暴发需进行全程线上教学, 因此课程团队根据修订的教学目标对“发酵工程”课程教学内容进行了相应的改革, 包括教学要求、教学章节、教学方法和教学开展的改革, 具体如下。

### 2.1 教学要求

线上线下的混合式教学包括线上教学部分和线下部分。

#### (1) 线下教学

正常线下教学时采用 LBL 传统课堂讲授教学模式, 并结合超星学习通平台的作业、讨论、统计等功能模块进行课堂互动。疫情防控时期必须全程线上教学时, 本课程在超星学习通平台上建立的完整的授课课件、授课视频并结合腾讯会议、雨课堂等课程平台作为线下教学的替代补充。线下课堂学习以发酵工程的基础知识为主, 注重将课程思政贯穿于教学全过程, 充分挖掘发酵工程教学内容中蕴含的思政元素, 如发酵工业发展史与爱国主义情怀相结合、微生物疫苗抗击疫情与社会时事热点相结合、微生物代谢控制发酵与内外因辩证关系原理相结合等。对发酵工程中一些专业名词在课堂上进行解答、分析, 从易到难, 从基础到应用, 循序渐进, 依次递升, 符合学生的心理特征及其认知规律, 让学生能更容易理解、掌握, 激发学生的学习热情和专业认同感。

## (2) 线上教学

本课程主要采用中国大学 MOOC 平台进行, 内容包括预习、平时作业、讨论及期末考试等, 其中的教学课件、教学视频以各章节知识点划分为不同的微课、微视频, 短小精悍、重点突出, 以解决某一重点、难点问题为抓手。线上学习以课程的预习、某一重难点知识点解答、发酵工程在生活及工业生产实例为主, 通过课程的预习、实例视频的学习、课后问题的讨论与思考, 学生能全方位地掌握课程教学重点、难点, 达成教学目的, 并学以致用, 直观地了解和掌握发酵工程的实际应用。

## 2.2 教学章节

在原有学时不变的情况下, 遵循混合式在线教学的特点<sup>[7]</sup>, 课程团队按本课程已构建的慕课课程教学模块进行了教学内容的重构, 结合新型冠状病毒肺炎疫情形势的发展, 将其中部分章节内容按教学要求设定为在线学习, 以备疫情防控非常时期可作为线上教学的章节内容。

“发酵工程”课程的核心就是要学生了解、掌握解决复杂生物过程工程的能力<sup>[8]</sup>, 因而本课程改革后按发酵工程典型产品生产工艺流程将教学内容分为了绪论+3 个模块(表 1), 其中绪论为第一章, 介绍发酵工程的基本概念、发展历史及在日常生产实践的应用基本情况。常态化疫情防控下学期初需要学生错峰开学, 因而该章节设定为在线教学。模块一: 第二至第五章。其中第三章“培养基制备”部分内容较为简单, 并且在其他课程(如微生物学)已有学习因而设定为全部在线教学。本模块中的其他章节具有较为丰富的微课视频案例, 适合以某一知识点为抓手进行慕课学习, 因而设定为线上线下学时各占一半。如第二章“菌株来源”, 围绕着到底哪些微生物菌株适合用于发酵工业生产, 如何获得、保存这些菌株, 本课程 MOOC 平台上分为了“发酵工业常用微生物”“菌种”“菌种选育”“菌种保藏”4 个知识点进行讲解, 学生在课前预习各知

识点的微课课件和视频, 教师在课堂进行知识点疑难点讲解, 线上线下学习的结合使学生能较好地掌握该章节的学习内容及要求。模块二: 第六至第八章。本模块整体内容较为抽象, 涉及许多数学公式运算, 学习难度较大, 因而全部设定为线下课堂教学。模块三: 第九至第十三章。本模块内容为理论加实践, 因而设定为线上和线下教学各占一半, 其中线上 MOOC 平台学习以发酵工程产品的生产实例(特别是本地已有的相关产品)微视频为主。如第十一章“酒类发酵”, 酒类发酵的类型也较多, 白酒、黄酒、啤酒、葡萄酒等均代表着不同的发酵方式, 课程平台上关于它们的产品典型案例非常丰富、生动, 适合视频教学案例的在线学习; 另外, 客家米酒、龙岩沉缸酒、厦门高粱酒、雪津啤酒等均为当地具有特色和代表性的酒, 与学生具有天然的亲近感, 学生学习兴趣较浓, 还是将来学生实习、就业、创业的一个重要方向, 与我校“应用型、地方性”的办学定位紧密联系, 因而该章节在此模块中比其他发酵工程产品适当增加了学时数。

此外, 与当前新型冠状病毒肺炎疫情防控紧密联系, 改革后的教学章节中适当增加了关于新型冠状病毒肺炎疫情防控的微生物菌株及其疫苗生产的内容, 即: 第二章“菌种来源”中增加“用于疫苗生产的微生物菌株”, 介绍用于疫苗工业化生产的肺炎链球菌、伤寒杆菌、百日咳菌苗等细菌性疫苗菌株和乙肝疫苗、甲肝疫苗、HPV 疫苗等病毒性疫苗菌株, 并同时新型冠状病毒的基本生物学特性也进行了重点讲解, 分析其与其他病毒菌株的联系和区别, 使学生对新型冠状病毒有了更为深刻的理解。另外, 在第十三章“微生物疫苗”部分, 介绍了细菌性疫苗菌株和病毒性疫苗菌株工业化生产的工艺流程, 并分析了新型冠状病毒疫苗生产可能采用的生产工艺及注意事项, 为学生理解当今新型冠状病毒疫苗研发、生产进程及将来立志从事新型冠状病毒疫苗相关工作储备基础知识。

表 1 “发酵工程”课程混合式教学前后的教学内容

Table 1 Teaching content before and after blended teaching of “Fermentation Engineering” course

| 类型 Type                       | 实施前 Before implementation                                                             |                                                     | 实施后 After implementation                                                                                                                           |                                                                                           |                    |              |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
|                               | 教学任务 Teaching task                                                                    | 学时数(课堂教学)<br>Class hours<br>(classroom<br>teaching) | 教学任务 Teaching task                                                                                                                                 |                                                                                           | 学时数<br>Class hours |              |
|                               |                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                    |                                                                                           | 线下<br>Offline      | 线上<br>Online |
| 教学内容<br>Teaching<br>content   | 第一章: 发酵工程绪论<br>Chapter 1: Introduction of<br>fermentation engineering                 | 2                                                   | 绪论<br>Introduction                                                                                                                                 | 第一章: 发酵工程绪论<br>Chapter 1: Introduction of<br>fermentation engineering                     | 0                  | 2            |
|                               | 第二章: 发酵工业微生物<br>Chapter 2: Microorganism of<br>fermentation industry                  | 8                                                   | 模块一: 典型的<br>发酵工艺流程<br>Module 1:<br>Typical<br>fermentation<br>process                                                                              | 第二章: 菌株来源<br>Chapter 2: Source of strains                                                 | 4                  | 4            |
|                               | 第三章: 培养基及其制备<br>Chapter 3: Culture medium and<br>preparation                          | 4                                                   |                                                                                                                                                    | 第三章: 培养基制备<br>Chapter 3: Medium preparation                                               | 0                  | 2            |
|                               | 第四章: 灭菌和空气除菌<br>Chapter 4: Sterilization and air<br>sterilization                     | 6                                                   |                                                                                                                                                    | 第四章: 种子扩大培养<br>Chapter 4: Expanded seed<br>culture                                        | 2                  | 2            |
|                               | 第五章: 微生物的代谢调节<br>Chapter 5: Metabolic<br>regulation of microorganism                  | 4                                                   |                                                                                                                                                    | 第五章: 发酵过程工艺控制<br>Chapter 5: Fermentation<br>process control                               | 4                  | 4            |
|                               | 第六章: 发酵动力学<br>Chapter 6: Fermentation<br>kinetics                                     | 4                                                   | 模块二: 化学<br>工程基本原理<br>在发酵工业中<br>的应用<br>Module 2:<br>Application of<br>basic principles<br>of chemical<br>engineering in<br>fermentation<br>industry | 第六章: 发酵动力学<br>Chapter 6: Fermentation<br>kinetics                                         | 4                  | 0            |
|                               | 第七章: 发酵工艺控制<br>Chapter 7: Fermentation<br>process control                             | 8                                                   |                                                                                                                                                    | 第七章: 反应器中氧的传递<br>Chapter 7: Oxygen transfer in<br>reactor                                 | 4                  | 0            |
|                               | 第八章: 发酵产物的分离提取<br>Chapter 8: Separation and<br>extraction of fermentation<br>products | 4                                                   |                                                                                                                                                    | 第八章: 发酵过程优化与放大<br>Chapter 8: Optimization and<br>amplification of fermentation<br>process | 4                  | 0            |
|                               | 第九章: 典型厌氧发酵<br>Chapter 9: Typical anaerobic<br>fermentation                           | 4                                                   | 模块三: 典型<br>的发酵产品<br>Module 3:<br>Typical<br>fermentation<br>products                                                                               | 第九章: 氨基酸发酵<br>Chapter 9: Amino acid<br>fermentation                                       | 1                  | 1            |
|                               | 第十章: 典型好氧发酵<br>Chapter 10: Typical aerobic<br>fermentation                            | 4                                                   |                                                                                                                                                    | 第十章: 抗生素发酵<br>Chapter 10: Antibiotic<br>fermentation                                      | 1                  | 1            |
|                               |                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                    | 第十一章: 酒类发酵<br>Chapter 11: Alcoholic<br>fermentation                                       | 2                  | 2            |
|                               |                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                    | 第十二章: 有机酸发酵<br>Chapter 12: Organic acid<br>fermentation                                   | 1                  | 1            |
|                               |                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                    | 第十三章: 微生物疫苗<br>Chapter 13: Microbial vaccines                                             | 1                  | 1            |
| 学时数小计 Subtotal teaching hours |                                                                                       | 48                                                  |                                                                                                                                                    |                                                                                           | 28<br>48           | 20           |

## 2.3 教学方法

针对混合式教学的特点,本课程采用了多种教学方法,包括问题导入法、任务驱动法、案例教学方法、讨论法等,有时候某个知识点通过线下及线上平台的互动综合应用这几种方法<sup>[9]</sup>。如第十一章“酒类发酵”中“葡萄酒”这一知识点,上课前,教师布置学生登录 MOOC 平台预习微课视频“家庭农场自酿葡萄酒”,让学生上课前对葡萄酒的基本工艺流程有一定的了解。上课时,教师先是采用“问题导入法”提出“葡萄酒酿制时你认为最重要的工艺控制是哪个环节”引发大家思考,然后通过“案例教学法”重点讲解工厂化葡萄酒生产的基本原理、典型工艺流程,并与本地葡萄种植基地自酿葡萄酒进行比较。课程知识点讲解完后,再通过“任务驱动法”让学生完成超星学习通平台上的客观题,通过这些习题的讲解让学生加深、巩固所学知识点。最后,教师再通过 MOOC 平台上布置的讨论题“在家里我们用市场购买的葡萄来酿制葡萄酒要注意什么?”的设置,激发学生的学习热情,并对课堂知识点做进一步思考,同时还可让有兴趣的学生回家自己动手尝试酿制葡萄酒并将感受分享到课程平台。

## 2.4 教学开展

授课形式:课程的授课以课堂面授为主,在此过程中尝试以学生自主学习为导向的若干问题的翻转课堂教学,教与学形成良好的互动。

开展特色教学活动:发酵工程的基础是微生物学,而新型冠状病毒肺炎疫情与微生物学知识紧密联系。讲授第十三章“微生物疫苗”时,以案例教学法为基础,通过课程平台课前让学生观看电影《传染病》和《“新冠”疫苗研发进展》短视频,让学生对传染病疫情的危害、防控及疫苗的研制和作用有了一个初步的感性认识,授课时教师以已研制肺炎疫苗为例,介绍疫苗研制的基础知识、发酵工艺流程和应用案例,让学生有兴趣,并能很好地掌握疫苗研制与生产的基本知识与应用。

课程思政融入教学:构建课程思政教学体系是本课程团队立德树人的重大创新举措,找准切入点能充分挖掘发酵工程中蕴藏的丰富的思政元素,在潜移默化中开展课程的思政教学。如第十一章“酒类发酵”中“啤酒发酵”一节,讲述中国啤酒工业发展迅速,啤酒产量长期位居世界第一,激发了学生的民族自信和自豪感,厚植爱国主义教育。再如第三章“培养基制备”中,讲述培养基成分及来源,发酵工业生产培养基用量规模大,要给微生物吃“粗粮”,少吃“精粮”,培养了学生节约粮食和资源综合利用的意识,厚植学生社会主义核心价值观。另外,抗击新型冠状病毒肺炎疫情是与当今时政密切结合的良好思政教育题材,在第二章“菌株来源”和第十三章“微生物疫苗”等涉及新型冠状病毒肺炎疫情知识时,可介绍我国科研工作者特别是本校专业教师在疫情一线研制新型冠状病毒疫苗或检测试剂盒的成果,激发学生学习热情、引导学生具有努力学习、追求真理、甘于奉献、勇于探究的科学精神。

## 3 教学组织的实施

“发酵工程”48 学时的线上、线下教学分配按表 1 进行,常规线下教学为 LBL 传统课堂讲授,并结合超星学习通平台进行课堂互动;线上教学采用中国大学 MOOC 平台进行。疫情防控特殊时期必须全程线上教学时,原常规线下教学的部分改为超星学习通平台结合腾讯会议、雨课堂等课程平台授课的模式,保证“发酵工程”课程顺利完成所有教学任务。

### 3.1 课前准备

按改革的教学内容设计,每个新学期教学团队均在超星学习通平台和中国大学 MOOC 平台更新教学资源,发布最新的教学课件、视频、练习题等学习资料,并在超星学习通平台上建立课程学习群,及时在平台公告和学习群上发布课程的教学进度安排、评价体系;同时还建立课程 QQ 群作为备

案, 以便与学生进行及时的信息沟通、联系。

### 3.2 翻转课堂

翻转课堂是促进师生-生生互动、提升课程教学质量的重要手段。本课程不仅尝试了以不同知识点划分的任务驱动法线下课堂教学的翻转课堂, 也进行了一定的线上的课堂翻转, 提升了师生的跨时空交流、互动。本课程选定 2-3 个知识点进行翻转课堂教学(约占课程总知识点的 4%-6%), 具体实施包括课前准备、课堂组织和课后评价 3 个环节。其中, 课前的准备指教师在课程平台上将本次知识点要讨论的主题、关键知识点、课堂评分标准和拓展知识资源等连同课程内容一起发布, 并提出学生学习要求和相关问题, 指导学生做好分组准备, 对学生自主学习中遇到的难点进行解答。课堂组织指教学环节以学生为主导完成课程内容的教与学。课程团队主要通过破题、答疑与提升 3 个流程来实现课程教学的翻转课堂, 如: “啤酒发酵”知识点的讨论, 上课时教师先是抛出“为什么啤酒是苦的?”, 简单有趣的问题一下子就激发了学生参与互动的热情, 实现破题。然后, 教师正式提出本知识点要讨论的主题“啤酒中为什么要添加酒花, 其具有什么作用, 在啤酒发酵的什么阶段添加酒花最合适”, 然后引导学生进行分组讨论。学生以 5-6 人为一组, 原则上以同一宿舍或相近宿舍成员方式组合, 各组按课前抽签顺序进行, 由各组推举的代表进行阐述讲解, 分享学习的收获, 组内成员可以进行相应补充。教师在分组讨论过程中可以给予学生鼓励、引导, 讨论结束后进行分别点评、纠错、答疑与总结, 关键知识点可随机抽取某组学生进行提问, 组内成员同样可进行补充回答, 师生互动、生生互动达到高潮。最后, 教师将论点与需要掌握的理论知识点进行结合、提升, 对分组讨论未解决的问题进行说明, 最终达成本课程教学目的。该过程同样适合于在线课堂的翻转, 但实施过程中注意引导学生查询资料为在线讨论做好准备。在线讨论时, 教师注意鼓励学生积极将自己观点发布于平台, 加强师生-生生互动的跨时空交流, 并

控制在线讨论的主题不能偏题太远, 要在符合既定的范围内。课后, 教师仍要鼓励、允许学生对此论题的任何看法、疑问均可在平台上发布, 教师及时跟踪点评, 实现深度学习的目的。课后评价指的是教师查阅课程管理平台的相关统计数据并结合课堂表现对学生翻转课堂表现进行公平公正评分。翻转课堂总成绩占课程课堂评价中“课堂互动”成绩的 50% (即课程总成绩的 10%), 其中课前分组准备情况、平台交流讨论情况等占单次翻转课成绩的 40%, 课堂实施中分组讨论的效果占 60% (学生互评占 30%, 教师评分占 30%)。课程团队尽量做到对每个知识点的翻转课堂从课前准备的每个任务到课堂实施的每个环节均设置分数点, 使学生能主动参与整个教学环节, 保证翻转课堂的实施效果。

### 3.3 在线学习的跟踪管理

在线学习在混合式教学中占据了较大的比重, 但由于物理空间的阻隔其学习效果很大程度上取决于学生的学习能力和自觉性, 与线下的课堂教学相比难以等效, 因而采用学习过程跟踪管理才能更好有效维护在线课程的教学质量<sup>[10]</sup>。本课程的主要措施是通过 MOOC 课程平台课程的学习视频、PPT、作业、讨论、单元测试等均进行了时间节点的设定, 督促学生及时完成规定的学习任务。教师要及时查阅 MOOC 课程平台的课程数据, 随时掌握学生的学习进展情况和知识点掌握情况, 对完成任务不及时的学生在 MOOC 课程平台或课程 QQ 群公告栏中进行学习预警, 对错误较多的习题难点教师进行讲解和分析。疫情防控非常时期全程在线学习过程的跟踪管理可结合超星学习通平台的教学分析、教学工具的功能实现, 主要体现在: 课前发签到, 在线课程时教学监控、发投票、表单采集, 课后查看课程统计。课前发签到和课中开启教学监控可以让学生能及时进课程听课学习, 防止一些不自觉的学生偷溜逃课。教师在课中还开始了发投票、表单采集的功能, 以小游戏的方式, 布置相关的题目让学生们参与答题、讨论互动, 能更好地活

跃课堂气氛、提高学生注意力,增强学习效果。课后,教师通过查看课程统计,包括课堂报告、学情统计、成绩统计等,能清楚地了解本次授课时学生的课堂表现成绩,每次课程的作业完成率、得分率和课程讨论活跃情况,还能知道每次授课后学生的综合成绩排名和整体成绩分布情况。总之,通过在线学习的跟踪管理,教师能随时了解学生的学习情况,以便及时调整教学计划和教学方法,同时对学生也是一种良好的学习督促手段。

### 3.4 教学考核

混合式线上线下教学课程的成绩总评价包括课堂评价和在线学习评价。

#### (1) 课堂评价

由出勤、课堂互动、期末闭卷考试成绩组成,占总评 70%,其中出勤 10%、课堂互动 20%、期末考试 40%。课堂的出勤由超星学习通平台每次课程的课程签到统计;课堂的互动包括课堂教学时学生个人的积极发言、讨论的表现,翻转课堂的总成绩及超星学习通平台上章节作业、章节讨论的统计分值。另外,疫情防控时期必须全程线上教学时,超星学习通平台上的签到、学习进度记录、课程积分、学习统计、随机组合试卷考试等功能均可作为课程课堂成绩评定的依据。

#### (2) 在线学习评价

MOOC 系统平台上的学习进度、平时作业、讨论及期末考试等均有相应的系统记录,可作为学生在线学习的成绩评定依据,具有多元化多样化的考核特点,占总评 30%。本课程具体设定的比例

为:课程资源学习占 5%、单元测试 10%、课堂讨论 5%、期末考试占 10%,由系统自动评分。其中,单元测试题型均为客观题,每章节由 2-3 套试卷组成(题量、难度完全一致),系统随机发送要求学生每章节课程授课完成后在限定时间内完成;MOOC 系统平台中有 2-3 套期末试卷,也由系统随机发送给学生在限定时间内完成考试,试卷全部为客观题,与期末闭卷考试有所区别,符合在线考试的特点,还可作为学生期末闭卷考试前的练习。MOOC 平台上成绩评定最终为“学习者总成绩评定”,教师可根据学生在学习过程中的实际情况,可在在线学习期末总分评分时给予适当的加分或减分调整。

## 4 教学效果

“发酵工程”2018 年被确定为省级精品在线开放课程,随后率先在我校生物技术专业进行了线上线下混合式教学,至今已实施了 3 个学期。查阅本校教务管理系统、超星学习通及 MOOC 课程平台的统计数据,94.74%的学生能在课前完成 PPT 和微课视频学习,但仅有 31.58%的学生在课后能去回看课程完整授课视频、仅有 34.21%的学生下载课程学习参考资料;97.37%的学生能及时完成课程所布置的作业和讨论题目,翻转课堂课前课后讨论学生参与率达 84.21%。学生的期末成绩、学生教学质量评价分、教师同行评教分等各项指标的统计分值均有一定的提高(表 2),其中学生教学质量评价分、教师的同行评教分差异均达到了显著水平( $P<0.05$ )。

表 2 混合式教学实施前后的教学效果比较

Table 2 Comparison of teaching effect before and after blended teaching

| 项目<br>Item                                                          | 实施前<br>Before implementation | 实施后<br>After implementation | t 检验<br>t test            |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 期数 Number of periods (period)                                       | 3                            | 3                           |                           |
| 每期人数 Numbers per period (people)                                    | 45, 41, 42                   | 38, 40, 39                  |                           |
| 期末成绩 Final exam (score)                                             | 73.2±0.6                     | 74.3±0.5                    | $t=-2.592, P=0.061>0.05$  |
| 学生教学质量评价分<br>Evaluation score of students' teaching quality (score) | 91.4±0.8                     | 94.9±0.5*                   | $t=-6.750, P=0.003<0.05$  |
| 教师同行评教分<br>Evaluation score of teachers' peer evaluation (score)    | 88.5±0.7                     | 93.9±0.5*                   | $t=-10.675, P=0.000<0.05$ |

Note: \*:  $P<0.05$

## 5 线上线下混合式教学的总结与思考

随着网络科技的迅速发展特别是 2020 年新型冠状病毒肺炎疫情影响下,传统的课堂教学模式发生了重大改变,线上网络教学<sup>[11]</sup>、线上线下混合式教学成为了新时尚<sup>[12]</sup>。研究表明,“发酵工程”课程实行线上线下混合式教学后,节约了课程的课堂教学时间,学生课程学习的时间可以灵活安排,主动学习的动力增强。课程加强了师生互动,学生欢迎并接受教师对课程进行针对性的改革,同行教师对新型的教学模式教学效果也均能表示认可,最终“发酵工程”课程于 2020 年 12 月被确定为省级线上线下混合式一流课程[闽教高(2020)23 号]。

混合式教学对教师和学生来说都是一种新生事物,具有挑战性,需要一段时间的磨合和适应,也需要教师在实践教学过程中不断进行总结和提高<sup>[13]</sup>。对于学生而言,学习态度得以端正,学习效果得以提高。课堂教学的互动、翻转,在线教学签到、互动、讨论、作业等各评分项目时间节点的设置,有助于改正学生以往上课迟到、课中睡觉、课后作业提交不及时的习惯,学生约束力增强,积极签到、发言讨论,并均能按时提交作业。对于教师而言,责任感增强,教学反思增多,教学水平得以提高。翻转课堂、在线教学对教师的教学技能和教学方法提出了新的挑战,教师不仅要学会怎样组织教学讨论、建设和维护课程网络平台,录制相关教学视频,应对翻转课堂时可能出现的不可预知问题,点评、批改平台上学生的提问、讨论和作业,还得对教学过程和教学成效进行反思,并及时对授课内容进行更新、提升。经过一系列的锻炼,教师的教学水平、教学能力均得到了较大的提升。

但同时也要看到混合式教学中教师总投入时间、精力、物力均远大于传统课堂教学,教师的教学压力和教学任务明显增加。学生在线学习过程中,缺乏课堂共同学习的氛围,学习的专注度会发生折扣。另外,学生需花费更多的精力进行在线学习,有时任务难以按时完成,在线学习的

效果会受到一定的影响。因而,面对混合式教学出现的新情况,一方面教学管理部门要做好有效的政策支持与引导,给予配备良好的硬件和技术支持,并在教学考核上予以政策倾斜;鼓励教师发挥主观能动性,克服困难,积极做好课程的教学改革工作尝试。另一方面,教师也要迎难而上,要有新思路新方法,甘于贡献和付出,选择合适的、简便的教学模式和教学方法为自己服务,努力提高课程的教学效果<sup>[14]</sup>。当前,虽然全国高校陆续恢复了正常的教学秩序,但新型冠状病毒肺炎疫情防控形势依然非常严峻,线上线下混合式教学很有可能作为正常课堂教学的一种补充模式为教育管理部门和任课教师按实际情况采用<sup>[15-16]</sup>。总之,“发酵工程”课程混合式教学模式为新型冠状病毒肺炎疫情防控常态化下高校课程如何开展正常教学提供了实践的契机,所取得的经验教训可为将来网络科技时代新教学理念、新教学模式的改革提供理论和实践基础。

## REFERENCES

- [1] Tang XY, Huang JF, Sun ZW, Yi LX, Wang LM, Pan H, Sun J. Innovative practice of mixed teaching mode of Pathogenic Biology and Immunology under the test of epidemic situation[J]. Chinese Journal of Immunology, 2020, 36(20): 2524-2529 (in Chinese)  
唐曦瀛, 黄静芳, 孙中文, 易丽娟, 王利明, 潘红, 孙静. 疫情考验下病原生物与免疫学混合式教学模式的创新实践[J]. 中国免疫学杂志, 2020, 36(20): 2524-2529
- [2] Ye ZH, Zhao G, Yang DH. Exploration of the online and offline hybrid teaching mode of “Orthodontics” under COVID-19[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2020, 37(26): 72-74 (in Chinese)  
叶之慧, 赵刚, 杨东红. 疫情背景下“口腔正畸学”线上线下混合式教学模式探索[J]. 江苏科技信息, 2020, 37(26): 72-74
- [3] Lin BS, Shen SX, Yin HF, Yang XY. Application of micro-lectures in teaching reform and exploration of Fermentation Engineering course[J]. Journal of Longyan University, 2015, 33(5): 117-121 (in Chinese)  
林标声, 沈绍新, 尹会方, 杨小燕. 微课在“发酵工程”课程教学改革探索的应用[J]. 龙岩学院学报, 2015, 33(5): 117-121
- [4] Lin BS, Shen SX. The application of massive open online

- course (MOOCs) and micro-lecture in the teaching reform of Fermentation Engineering course at the localized application-oriented universities[J]. *Microbiology China*, 2015, 42(12): 2475-2481 (in Chinese)
- 林标声, 沈绍新. 慕课、微课在地方应用型高校“发酵工程”课程教学中的改革与探索[J]. *微生物学通报*, 2015, 42(12): 2475-2481
- [5] Lu XJ, Li Y, Zhang H. Exploration on the application of online and offline blended teaching mode in Biochemistry teaching[J]. *Education for Chinese After-school*, 2020(28): 86-87 (in Chinese)
- 芦晓晶, 李妍, 张红. 线上线下混合式教学模式在生物化学课程教学中应用的探索[J]. *中国校外教育*, 2020(28): 86-87
- [6] Hu WL, Zhang DY, Chen H, Jiang XL. Exploration of application-oriented teaching reform of fermentation engineering[J]. *Journal of Zhejiang Shuren University: Acta Scientiarum Naturalium*, 2017(1): 75-78 (in Chinese)
- 胡文浪, 张德勇, 陈虹, 蒋新龙. “发酵工程”课程应用型教学改革的实践[J]. *浙江树人大学学报(自然科学版)*, 2017(1): 75-78
- [7] Cheng WK, Li NN. Online and offline teaching models based on cloud class in higher vocational Microbiology teaching[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(4): 927-933 (in Chinese)
- 程旺开, 李囡囡. 基于云班课的线上线下混合式教学模式在高职微生物学教学中的探索与实践[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(4): 927-933
- [8] He F, Xiang J, Fang YP, Xu C, Xiang F. Research and application of Fermentation Engineering teaching method on a factory production scale aimed at practice ability training[J]. *Microbiology China*, 2018, 45(3): 642-647 (in Chinese)
- 何峰, 项俊, 方元平, 徐春, 向福. 以能力培养为导向的基于工厂化生产实践指导的“发酵工程”教学研究与应用[J]. *微生物学通报*, 2018, 45(3): 642-647
- [9] Gu XX, Lu HQ, Sang YX, Tian HT. Application of multiple teaching methods: a case study of Fermentation Engineering and Equipment[J]. *Journal of Hebei Agricultural University: Agriculture & Forestry Education*, 2018, 20(2): 62-65 (in Chinese)
- 谷新晰, 卢海强, 桑亚新, 田洪涛. 多种教学方法的应用探讨: 以“发酵工程与设备”课程讲授为例[J]. *河北农业大学学报(农林教育版)*, 2018, 20(2): 62-65
- [10] Zhang L, Liu J, Sun B, Huo FQ, Guo Y, Chen L, Meng K, Wang YY, Chen K, Kang YM, et al. Exploration and reflection on physiology online teaching mode under the novel coronavirus (2019-nCoV) epidemic[J]. *Medical Education Research and Practice*, 2020, 28(2): 221-224 (in Chinese)
- 张莉, 刘健, 孙波, 霍福权, 郭媛, 陈丽, 孟凯, 王玉英, 陈珂, 康玉明, 等. 新型冠状病毒疫情下生理学线上教学模式的探索与思考[J]. *医学教育研究与实践*, 2020, 28(2): 221-224
- [11] Wang YL, Xiang Y, Gong C, Ma YT, Wu L, Mao HL. The innovation of “five combination” mode of Biochemistry online teaching in the context of epidemic disease[J]. *Biology Teaching in University: Electronic Edition*, 2020, 10(3): 13-17 (in Chinese)
- 汪艳璐, 向阳, 龚成, 马燕天, 吴兰, 毛慧玲. 疫情背景下“生物化学”线上教学“五结合”模式的创新[J]. *高校生物化学教学研究(电子版)*, 2020, 10(3): 13-17
- [12] Zhou QN, Wang F, Chao NX, Zang N, Cai DZ, Lin WZ. Exploration on the reform of Biochemistry and Molecular Biology teaching in the mode of mixed teaching online and offline under the background of “golden course”[J]. *Guangdong Chemical Industry*, 2020, 47(19): 201-202 (in Chinese)
- 周青鸟, 王峰, 晁耐霞, 臧宁, 蔡丹昭, 林文珍. “金课”背景下线上线下混合教学模式在生物化学与分子生物学教学改革中的探索[J]. *广东化工*, 2020, 47(19): 201-202
- [13] Zhao H. Application of blended teaching teaching in Fermentation Engineering course and evaluation of teaching effect[J]. *Heilongjiang Education: Theory & Practice*, 2019(4): 51-52 (in Chinese)
- 赵辉. 混合式教学在发酵工程课程中的应用及教学效果评价[J]. *黑龙江教育: 理论与实践*, 2019(4): 51-52
- [14] Liu YS. Multiple measures to ensure the online teaching quality of Biochemistry during COVID-19 period[J]. *Guangdong Chemical Industry*, 2020, 47(13): 182,195 (in Chinese)
- 刘颖硕. 多举措确保新型冠状病毒肺炎疫情防控期间《生物化学》网络在线教学质量[J]. *广东化工*, 2020, 47(13): 182,195
- [15] Yang DY, Tang LG, Dong PX, Wang XY, Sun YH, Zhang HM. Connection of online and offline teaching of Molecular Biology undergraduates under COVID-19 epidemic[J]. *China Cattle Science*, 2020, 46(3): 87-88,90 (in Chinese)
- 杨东英, 唐立刚, 董平轩, 王晓玥, 孙颖慧, 张红梅. 疫情下《分子生物学》课程线上线下教学衔接设计[J]. *中国牛业科学*, 2020, 46(3): 87-88,90
- [16] Zhao YY, Li HY, Hu LH. Practice and application of the new mode of blended teaching during the epidemic period[J]. *Health Vocational Education*, 2020, 38(22): 77-79 (in Chinese)
- 赵逸阳, 李浩源, 胡丽红. 疫情期间新模式混合式教学的实践与应用[J]. *卫生职业教育*, 2020, 38(22): 77-79