

地方应用型高校“工业微生物学”课程教学改革与实践

吴永祥¹, 胡长玉^{*1}, 周讯², 吴丽萍¹, 楚文靖¹, 金声琅^{*3}

1 黄山学院生命与环境科学学院, 安徽 黄山 245041

2 黄山学院现代教育技术中心, 安徽 黄山 245041

3 黄山学院旅游学院, 安徽 黄山 245041

吴永祥, 胡长玉, 周讯, 吴丽萍, 楚文靖, 金声琅. 地方应用型高校“工业微生物学”课程教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2022, 49(1): 401-410

Wu Yongxiang, Hu Changyu, Zhou Xun, Wu Liping, Chu Wenjing, Jin Shenglang. Teaching reform and practice of Industrial Microbiology course in applied local universities[J]. Microbiology China, 2022, 49(1): 401-410

摘要: 工业微生物学是生命科学类专业的核心课程, 该课程应用性强。为更好地实现地方高校应用型人才的培养目标, 我们教学团队结合当地产业发展特色, 从应用型师资培养、教学内容重组、线上线下混合式和社会实践教学模式构建、形成性学习评价体系建立等环节对“工业微生物学”课程教学进行了改革探索。实践表明, 改革后的课程教学激发了学生内在的学习动力, 有效提升了学生的应用能力和综合素质, 取得了较好的教学效果。

关键词: 地方应用型高校; 工业微生物学; 教学改革; 线上线下教学; 社会实践

基金项目: 安徽省线上线下混合式和社会实践项目(2020xsxxkc419); 安徽省校企合作实践教育基地项目(2019sjjd54); 安徽省省级教学团队项目(2019jxtd101, 2020JXTD04); 安徽省一流本科人才示范引领基地(2019rcsfjd077)

Supported by: Online and Offline Blended and Social Practice Project of Anhui Province (2020xsxxkc419); College-Enterprise Cooperative Practical Education Base Project from Anhui Province (2019sjjd54); Provincial Teaching Team Project of Anhui Province (2019jxtd101, 2020JXTD04); First-Class Undergraduate Talent Demonstration and Leading Base of Anhui Province (2019rcsfjd077)

***Corresponding authors:** E-mail: HU Changyu: hcy@hsu.edu.cn; JIN Shenglang: jinshenglang@hsu.edu.cn

Received: 2021-06-11; **Accepted:** 2021-08-04; **Published online:** 2021-08-26

Teaching reform and practice of Industrial Microbiology course in applied local universities

WU Yongxiang¹, HU Changyu^{*1}, ZHOU Xun², WU Liping¹, CHU Wenjing¹,
JIN Shenglang^{*3}

1 College of Life and Environmental Sciences, Huangshan University, Huangshan 245041, Anhui, China

2 Modern Educational Technology Center, Huangshan University, Huangshan 245041, Anhui, China

3 College of Tourism, Huangshan University, Huangshan 245041, Anhui, China

Abstract: Industrial Microbiology, a core course of life sciences, features high applicability. In order to achieve the training of applied talent in local universities, the teaching team actively combined with the development of local industrial characteristics to reform the applied teachers training, reorganize the teaching content, construct the online and offline blended and social practice teaching model, and establish a formative learning evaluation system. The practice indicated that the reformed curriculum teaching could stimulate students' internal learning motivation, effectively improved students' application ability and comprehensive quality, and finally achieved good effects.

Keywords: applied local universities; Industrial Microbiology; teaching reform; online and offline teaching; social practice

随着我国社会经济的持续快速发展,高水平应用型、创新型技术人才的需求日益增大,推动了中国高等教育领域人才供给侧结构性的改革与发展^[1]。地方普通本科院校要与研究型大学及职业院校不同,需深化教育改革,要将培养地方经济社会急需的应用型人才和建设产业急需的应用学科作为地方本科院校的重要任务。黄山学院作为一所综合性省属地方本科院校,2014年被安徽省教育厅确定为“安徽省地方应用型高水平大学”转型试点高校,肩负着为黄山地区及长三角一带的区域经济发展输送应用型专业技术人才的职责。目前,我校的制药工程专业、食品科学与工程专业均开设了“工业微生物学”课程。工业微生物学是微生物学在工业生产中的应用,是从工业生产需求出发来研究微生物生命活动与人为控制微生物代谢的规律,以及微生物在生物发酵、制药、食品和环境保护等方面的应用^[2]。因此,“工业微生物学”

课程对培养现代制药工程、食品生物工程等应用型专业技术人才至关重要。然而“工业微生物学”课程的教学方法、教学内容和考核方式仍沿用传统的教学模式,导致学生学习兴趣与积极性不高、学生应用实践能力不强,已经无法满足学校应用型人才的培养目标。针对上述“痛点”问题,为更好地适应地方经济发展的需求,教学团队结合地方高校学生的学情实际,以制药工程专业的“工业微生物学”课程改革为试点,进行了应用型师资队伍培养、教学内容、线上和线下以及社会实践教学模式、考核体系等环节的改革探索,以期能培养出理论与实践并重、创新能力强、综合素质过硬的复合型应用型人才。

1 优化教师知识结构,培养实践能力强的应用型师资队伍

随着工业微生物学的快速发展,新的知识

和技术层出不穷,对教师的知识结构、实践能力等提出了更高要求^[3]。为此,我们组建并优化了微生物学教学团队,由食品科学、制药工程、发酵工程、环境工程、烹饪与营养等不同专业背景的教师组成。在教学安排中,各章节由相关背景的专业教师授课,并结合教师间学科交叉优势,对重要基础知识点从不同应用角度阐释或举例,如在“微生物与环境保护”章节,由环境工程专业背景教师从水体样本的采集、微生物的富集培养与纯化、生理生化鉴定以及水体中 pH、氨氮、化学需氧量和总磷指标测定等方面讲解;由食品科学专业背景教师从食品工业废水好氧微生物发酵中的活性污泥法角度讲解,更具有专业性和实践意义。

加大师资队伍的培训力度,提高教师实践技能。黄山学院生命与环境科学学院积极与黄山峰源生物科技有限公司、黄山市超港食品有限公司、安徽楚沅生物科技有限公司、黄山小罐茶业有限公司等十几家地方企业建立了校企合作关系,搭建了教师应用能力发展工作站,有计划地安排团队教师脱产或不脱产挂职企业,进行实践技能锻炼,努力培养“双能型”和“生产型”教师。团队教师积极与地方企业开展“产学研”工作,并将实践成果转化到课堂教学中,如开展的“黄山臭鳃鱼中优势乳酸菌的分离鉴定及人工接种发酵调控技术开发”课题,可为微生物培养基的制备、划线分离法、生理生化鉴定、发酵性能评价、菌种保藏、分子生物学鉴定等工业微生物学教学内容提供丰富的素材。目前,教学团队中已有 5 位教师通过学校出站考核,获得“双能型”教师资质,开展的相关产学研课题 13 项,不仅有效提高了师资队伍的实践应用能力,而且解决了企业实际问题。

2 立足地方产业需求,调整教学大纲和教学内容,突出课程的应用性

黄山市是资源、生态、旅游的大市,在黄山市委“十四五”规划中,明确提出生物与医药、绿色食品、茶、道地药材等大健康产业的高质量发展战略与举措。围绕地方产业发展方向,以行业需求为导向,教学团队将教学大纲与生物和医药行业(特别是道地药材种植与加工业、新安医学健康产业)及食品加工行业(如臭鳃鱼、毛豆腐、米酒、茶酒等特色发酵食品加工)紧密结合,以黄山市的大健康产业实际需要及毕业生的主要就业岗位所需技能为基础来优化课程内容。首先,调整了“工业微生物学”课程的教学内容与学时(表 1),对课程的核心基础知识进行了梳理,突出重点与难点。修订后的理论教学包括基础微生物学和应用微生物学两部分,侧重介绍微生物的形态结构与分类、微生物的生长及其调控、菌种选育、生物与医药及食品产业相关微生物的特征与应用等知识点。其中,在基础微生物学部分,减少与生物化学、分子生物学等课程交叉的知识点如“杂交育种”“原生质体融合”“基因工程”等学时;在应用微生物学部分,增加“酒精发酵的微生物”“乳酸发酵的微生物”“微生物与环境保护”等章节学时。教学团队并以兴趣小组的形式开发了课程中的第二课堂,增加了 8 个学时的社会实践教学。其次,在参考多种优秀教材的基础上,我们以沈萍、陈向东主编的《微生物学》^[4]为基础微生物学部分的参考教材,以岑沛霖、蔡谨主编的《工业微生物学》^[5]为应用微生物学部分的主要教材。与此同时,把与产业相关的微生物学最新知识及科研实践成果引入课程,以激发学生的学习兴趣。

表1 “工业微生物学”课程教学内容和学时分配表

Table 1 Contents and time distribution of Industrial Microbiology

章节	章节主题	主要理论知识点	课时数
Chapter	Chapter topics	Main theoretical knowledge	Class hours
第一讲 Chapter 1	绪论 Introduction	微生物及其特点、微生物发展史、现代工业微生物学的发展趋势 Characteristics of microorganisms, history of Microbiology, the development trend of modern Industrial Microbiology	2
第二讲 Chapter 2	微生物的形态结构与功能 Morphological structure and function of microorganisms	微生物的分类与命名、原核微生物(细菌、放线菌等)的形态结构、真核微生物(酵母菌、霉菌等)、非细胞型微生物 Classification and nomenclature of microorganisms, morphological structure of prokaryotes (bacteria, actinomycetes, etc.), eukaryotic microorganisms (yeasts, molds, etc.), acellular microorganisms	5
第三讲 Chapter 3	微生物的营养与生长 Nutrition and growth of microorganisms	微生物的营养、微生物的生长、微生物的培养方法、影响微生物生长的环境因素 Microbial nutrition, microbial growth, microbial cultivation method, environmental factors on the growth of microorganisms	4
第四讲 Chapter 4	微生物代谢的调节 Regulation of microbial metabolism	酶合成的调节、酶活性的调节、微生物代谢调节的模式、代谢的人工控制及其在发酵工业中的应用 Regulation of enzyme synthesis, regulation of enzyme activity, modes of microbial metabolism regulation, manual control of metabolism and its application in fermentation industry	3
第五讲 Chapter 5	微生物的菌种选育 Breeding of microbial strains	从自然界中获得新菌种、基因突变和微生物菌种选育、基因工程、菌种筛选 Selection of new strains from nature, gene mutation and microbial strain selection, genetic engineering, strain screening	3
第六讲 Chapter 6	微生物发酵的能量代谢产物 Energy metabolites of microbial fermentation	酒精发酵的微生物、乳酸发酵的微生物、柠檬酸发酵的微生物 Alcohol fermentation microorganisms, lactic acid fermentation microorganisms, citric acid fermentation microorganisms	5
第七讲 Chapter 7	微生物发酵生产氨基酸 Microbial fermentation to produce amino acids	氨基酸发酵机理、发酵法生产氨基酸的菌种选育 Amino acid fermentation mechanism, selection of strains for the production of amino acids by fermentation	3
第八讲 Chapter 8	微生物发酵生产抗生素 Microbial fermentation to produce antibiotics	抗生素的定义与分类、抗生素生产菌的微生物学基础、抗生素生产菌种的选育 Definition and classification of antibiotics, microbiological basis of antibiotic producing bacteria, selection and breeding of antibiotic producing strains	3
第九讲 Chapter 9	微生物与环境保护 Microorganisms and environmental protection	环境中微生物的相互作用、环境保护中常见的微生物群、利用微生物降解有毒与难降解污染物 Microbial interactions in the environment, common microbial groups in environmental protection, use microorganisms to degrade toxic and refractory pollutants	4
第十讲 Chapter 10	社会实践教学 Social practice project training	项目式训练、微生物的科学普及 Project training, scientific popularization of microorganisms	8

3 构建线上线下混合式和社会实践教学模式, 体现以学生为中心

“工业微生物学”课程的传统教学是完全依赖于教师讲解, 学生课前不主动思考, 课内不积极参与, 课后不知如何将课堂知识转化为实践技能, 这种被动的教学模式不利于学生学习能力和应用能力的培养^[6-7]。鉴于此, 我们教学团队希望通过教学改革来改进传统教学现状, 构建了线上线下混合式和社会实践教学模式, 着力激发学生的主观能动性, 使学生的综合素质与能力显著提高, 提升“工业微生物学”课程的教学效果。“工业微生物学”课程的线上线下混合式和社会实践教学模式如图 1 所示。

3.1 线上教学环节

基于超星泛雅网络教学平台, 在线上平台建立“工业微生物学”课程, 根据修订后的教学

大纲, 优化和细化课程目录, 填充图片、PPT、慕课、声音、视频、在线作业与试题、优秀文献等教学资源于各章节中, 以构建一个完整的有逻辑性的课程资源网^[8] (详见黄山学院网络教学平台, <http://mooc1.chaoxing.com/course/98348854.html>)。目前, 工业微生物学在线课程的课件和讲义共 53 个, 任务点发放 48 个, 作业和章节测验的总次数 10 次, 习题总数达到 266 个, 基本满足了线上教学的资源要求。2020 年 3 月开始建设在线课程以来, 累计页面浏览量超过 20 万次。线上教学环节主要用于课前导学, 教师提前 1-2 d 通过超星泛雅网络教学平台向学生推送课程章节资源, 要求学生登录学习通软件完成布置的任务点, 以培养学生自主学习、独立思考、发现和解决问题的能力。同时, 设置课前小测和线上讨论与答疑模块, 可真实反馈学生对课程知识点的掌握情况, 以供教师实时调控课程内容的重点和难点。

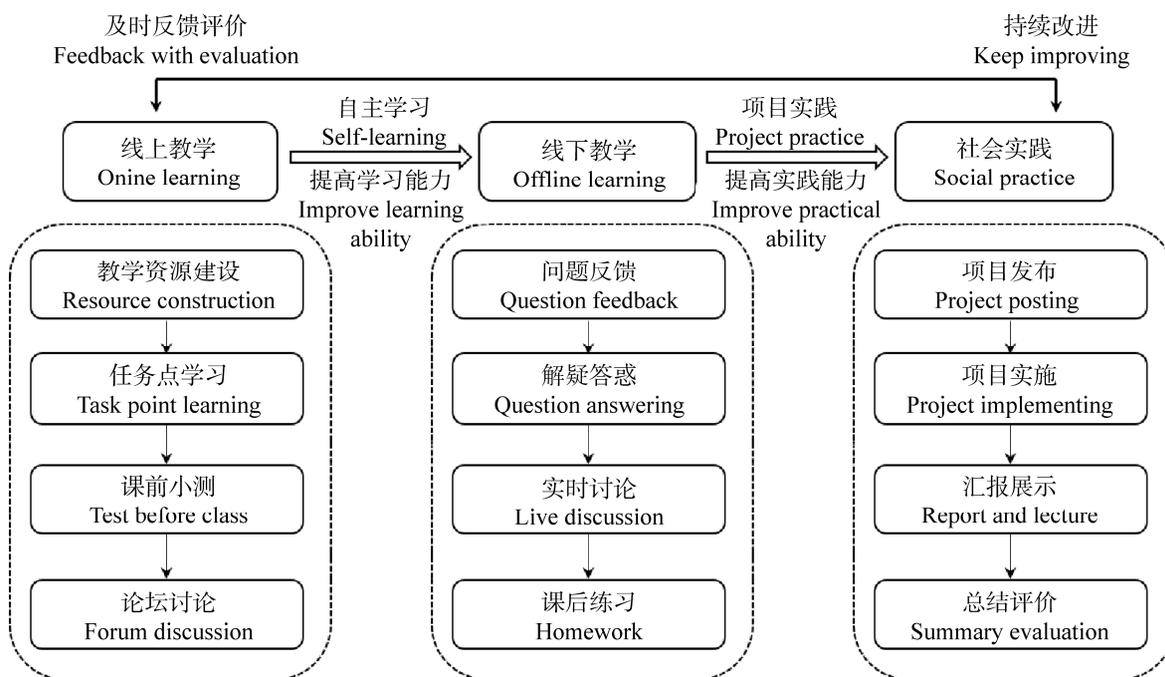


图 1 “工业微生物学”课程的线上线下混合式和社会实践教学模式

Figure 1 Online and offline blended and social practice teaching mode of Industrial Microbiology.

3.2 线下教学环节

根据课前线上教学环节学生自学完成情况和知识的特点,教师针对课程重点和难点开展线下教学工作。在线下教学环节中,以学生为主体,教师主要起引导作用,组织学生开展分享知识和自主讨论,学生不懂的内容可随时提问,教师进行现场答疑解惑,以帮助学生巩固自学、解析难点。同时,教师要将课程知识与其当地产业的应用联系起来,将陌生、抽象的理论知识结合身边活生生的应用案例。如讲述微生物的生长及控制时,举例黄山烧饼、黄山茶干和黄山米酒等特色旅游产品的杀菌方法及作用机理;讲述微生物分离鉴定时,举例祁黄精内生菌的分离、纯化方法及经形态学、生理生化 and 16S rRNA 基因序列同源性分析来鉴定分离菌株等。通过这些实际案例的分析,将微生物学的各个知识点有机联系起来,让学生仿佛身临其境,提高了学生的学习热情。课后,通过作业练习夯实基础。

3.3 社会实践环节

工业微生物学是一门实践性非常强的应用生物科学,在学习理论知识的同时,需要注重实践操作技能的训练和提高^[9]。我们教学团队以学生兴趣小组的形式开发了“工业微生物学”课程中的第二课堂模块,增加了8个学时的社会实践教学。立足地方特色资源^[10],围绕产业发展需求,结合教师的研究课题和研究方向,与学生一起设计了一系列彼此之间既独立又有联系的社会实践项目(表2)。2019级制药工程专业81名学生,设2个平行班,每班分为7个小组,小组成员为5-6人,组内成员明确岗位分工。各小组通过查阅资料和讨论,自主选题,并设计好项目实施方案,包括技术路线、实验方法和步骤、预期结果、可行性分析等。教师对各小组提交的项目实施方案进行批阅并提出

修改意见,比如技术路线和方法是否可行、实验室是否具备相应的仪器和设备、所需实验材料是否具有毒性或价格昂贵等。各小组根据教师的修改意见集体讨论、分析并形成最终实施方案。教师依据确定的实施方案,开放相关实验室,准备好所需实验用品。各小组独自进行项目运行与实现,包括样品采集、实验准备、实验操作、实验结果观察及数据处理等环节,遇到问题可以查阅资料或随时与老师讨论解决。项目实施结束后,各小组对实验完成情况、实验过程中出现的问题及心得体会以PPT的形式进行成果汇报,并通过组间互评的方式进行评分。最后,各小组独立形成社会实践报告,其中包括前言、材料与方法、结果与讨论、参考文献等。在社会实践教学过程中,学生是实施的主导者,教师只是起到辅助导向作用,彻底改变了学生被动接受知识的状况,激发了学生内在的学习动力与活力,提高了解决生产实际问题的实践能力,增强了大学生的社会责任感和社会竞争力。

4 建立学生形成性学习评价体系,突出应用能力考核

教学改革前的2017级、2018级制药工程专业的“工业微生物学”课程成绩评价模式主要由平时成绩(出勤率、作业等,60%)和期末考试成绩(40%)构成,这种评价方式已不适用于线上线下混合式和社会实践的教学模式^[11]。我们主要探讨了多元化、全过程、综合性考核评价方法,设计了学生形成性学习评价体系,力求全面考查学生的应用能力。首先,线上教学环节考核(20%)主要借助于超星泛雅网络教学平台,通过线上的课件、视频学习等任务点完成情况(10%)、课前测试(5%)、讨论参与度(5%)等权重设计,实现线上学习评价。线下成绩评

表 2 供参考的“工业微生物学”社会实践项目

Table 2 Reference to the social practice project of Industrial Microbiology

社会实践项目 Topics of social practice	主要实践内容和方法 Main practice content and methods
1 黄山毛豆腐中霉菌的分离与鉴定 1 Isolation and identification of moulds in Huangshan tofu	培养基的制作, 平板涂布分离法, 划线分离法, 形态学特征观察, 基因组提取, ITS 序列的 PCR 扩增、序列比对、系统发育树的建立等 Preparation of medium; spread plate method; streak plate method; morphological observation; genome extraction; PCR amplification of ITS sequence, sequence alignment, construction of phylogeny tree, etc
2 黄山五城米酒的制作 2 Preparation of fermented rice wine in Wucheng countryside of Huangshan	菌种的活化, 接种发酵, 混合培养, 发酵液微生物数量的测定, 发酵液中酸碱度和乳糖含量的测定, 巴斯德灭菌法等 Strain activation; inoculated fermentation; mixed cultivation; detection of the quantity of microorganisms, pH value and lactose content; pasteurization, etc
3 茶啤的制作 3 Preparation of tea beer	酵母菌的活化, 接种, 直接计数法, 发酵液中糖度的测定, 过滤除菌等 Yeast activation; inoculation; direct microscopic count; detection of the sugar content; filter sterilization, etc
4 黄山臭鳊鱼中氨基酸产生菌的分离与鉴定 4 Isolation and identification of amino acid-producing bacteria from Huangshan stinky mandarin fish	培养基的制备, 平板分离法, 划线分离法, 生理生化鉴定, 甘油管保藏法, 分子生物学鉴定等 Preparation of medium; spread plate method; streak plate method; physiological and biochemical identification; glycerin preservation; molecular identification, etc
5 外卖食品中微生物污染的检测 5 Detection of microbial contamination in takeaway food	样品的制备, 培养基的制备, 菌落总数测定, 总大肠菌群测定, 沙门氏菌检测等 Preparation of samples; preparation of medium; determination of the total number of colonies; detection of total coliforms and <i>Salmonella</i> , etc
6 新安江(黄山段)微生物群落动态变化的监测 6 Monitoring of the dynamic changes of microbial communities in Xin'an river (Huangshan section)	水体样本的采集, 富集培养与纯化, 生理生化鉴定, 水体中 pH、氨氮、化学需氧量和总磷等指标测定, 分子生物学鉴定等 Collection of water samples; enrichment culture and purification; physiological and biochemical identification; determination of pH, ammonia nitrogen, chemical oxygen demand and total phosphorus in water; molecular identification, etc
7 黄精根腐病原菌生物学特性研究 7 Biological characteristics of the pathogen from root rot of <i>Polygonatum sibiricum</i>	植物样本的采集, 培养基的制备, 测定碳源、氮源、温度和 pH 对该菌菌落直径及菌丝体干重的影响等 Collection of plant samples; preparation of medium; determination of the effects of carbon source, nitrogen source, temperature and pH on the colony diameter and dry weight of mycelium, etc

价(50%)则通过考勤(5%)、课堂讨论(5%)、课后作业(10%)、期末考试(30%)等进行综合评价。其次, 社会实践环节成绩评价(30%)包括项目实施方案撰写(5%)、项目完成度(5%)、项目成果 PPT 汇报(10%)、社会实践报告(5%)及人际交往能力、团队合作能力(5%)等方面。这种顺应工业微生物学线上线下混合式和社会实践教学模式下的成绩评价体系, 客观、全面地评价了学

生的学习态度和学习效果, 使学生在知识、能力、素质 3 个方面协调发展。

5 教学效果评价及反思

为全面评价改革效果, 我们选择了制药工程专业“工业微生物学”课程改革前(2017 级、2018 级)和改革后(2019 级)共计 239 名学生为研究对象, 从期末理论成绩、实践成绩、学生评

价、同行评价等方面对比课程教学改革效果。如表 3 所示,采用线上线下混合式和社会实践教学的模式,各项指标的统计分值均有一定的提高。改革后的期末理论成绩和学生对教师评分都得到一定程度的提高,教师评分获得优秀,得到了同行教师的较高评价。采取无记名问卷调查方式,我们对改革后的 2019 级制药工程专业 2 个班进行了教学满意度问卷调查,共发放问卷 81 份,回收有效问卷 80 份,问卷有效回

收率为 98.8%。调查内容和结果见图 2。学生对教学内容和学时分配、线上线下混合式和社会实践教学方法、社会实践项目、考核方式的满意度均超过 96%,说明绝大多数学生对“工业微生物学”课程改革是认可和接受的。其中 100% 的学生认为课程改革激发了学习兴趣并提升了教学效果,有 97.5% 的学生认为课程改革提高了应用实践能力。以上结果表明,“工业微生物学”课程实行线上线下混合式和社会实

表 3 “工业微生物学”课程改革前后的效果比较

Table 3 Effect comparison of around of Industrial Microbiology course teaching reforming

项目 Item	教改前 Before teaching reform	教改后 After teaching reform
统计次数(次) Statistical number	2	2
年级 Grade	2017, 2018	2019
人数(人) Population	76, 82	40, 41
期末理论成绩分(分) Final theoretical results (score)	73.3±4.5	81.3±2.8
实践成绩(分) Practical results (score)	—	85.6±2.2
学生评价(分) Student evaluation (score)	84.3±0.6	90.6±1.2
教师评价(分) Teacher evaluation (score)	89.4±0.7 (良好 Good)	93.9±1.2 (优秀 Excellent)

注: —: 不含实践成绩

Note: —: No practical results.

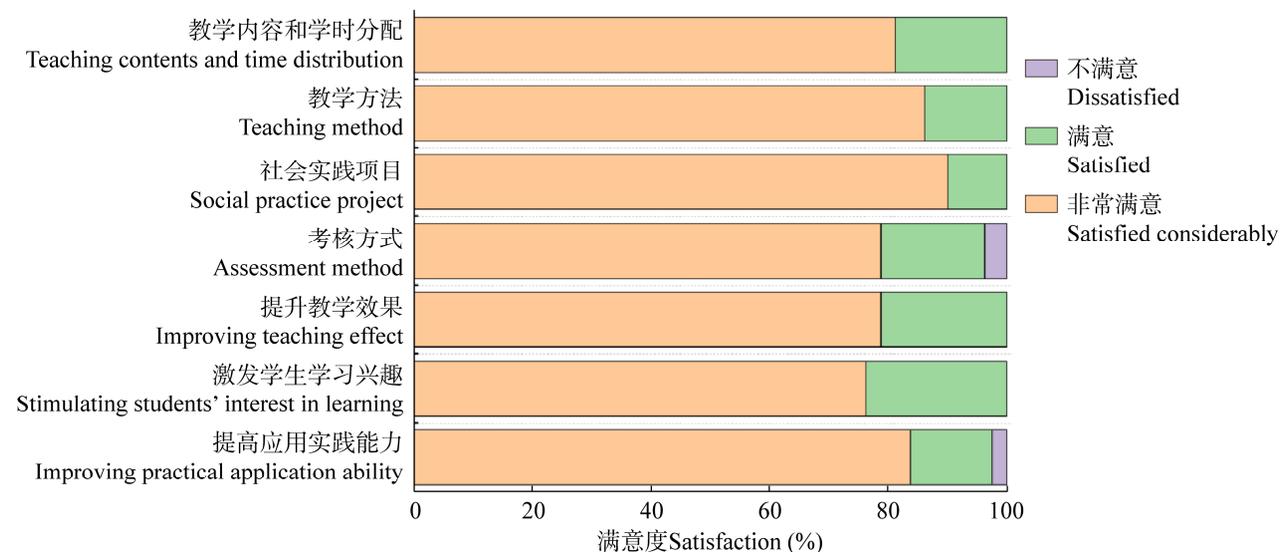


图 2 教改后的“工业微生物学”教学满意度问卷调查

Figure 2 Satisfaction questionnaires of Industrial Microbiology after teaching reform.

实践教学模式后, 加强了师生互动, 有效促进了学生自主学习, 提升了学生的应用实践能力, 是值得深入研究的教学模式。最终, 本教学团队在 2019 年被评为安徽省省级教学团队, “工业微生物学”课程在 2020 年被评为安徽省线上线下混合式和社会实践精品课程。

然而, 在此次教学设计与实践中仍存在不足, 现剖析及今后改进措施如下: (1) 部分学生反映“工业微生物学”课程学习任务较重, 花费时间与精力过多。经过反思, 我们认为教师需要在课前制定详细的学生自学提纲(包括自学知识清单、重点和难点解析、答疑与讨论等), 在课中凝练及精讲教学内容, 及时带领学生对知识点进行总结归纳, 并精简优化学习活动和任务, 适当减轻学生的负担, 避免造成厌学情绪。(2) 在课程改革过程中教师总投入的时间、精力、物力等远远大于传统课程教学, 教师的教学压力和教学任务明显增加。面对教学改革出现的新情况, 一方面鼓励教师发挥主观能动性, 迎难而上, 甘于贡献和付出, 积极改进与优化教学模式、教学方法等; 另一方面建议教学管理部门做好有效的政策支持与引导, 在教学考核和教学工作量认定上予以倾斜。(3) 统一的教学内容和教学方法不能满足学生多样化的发展需求。教师应在充分掌握学生学情的基础上, 依据学生的个体差异, 可有针对性地设定不同层次的教学目标和学习要求, 不同学生可根据自己的实际情况完成不同层次的教学任务; 同时, 教师通过网络教学平台的大数据分析精准评估, 对不同层次学生在线上线下和社会实践中适当采取不同的教学策略, 以促进学生个性化学习和发展。“工业微生物学”课程的教学改革任重而道远, 教师团队需持续改进, 以促进课程教学水平的进一步提升。

6 结语

综上所述, 我们教学团队结合地方产业优势, 因地制宜, 探索出了与地方应用型高校人才培养目标相适应的“工业微生物学”课程的教学模式。课程改革取得了良好的教学效果, 激发了学生内在的学习动力, 开拓了学生的创新思维, 全面提升了学生的综合素质与应用能力。此外, 本课程改革成果对于解决地方应用型高校专业理论课时不断被压缩、理论教学与学生实践能力培养相脱节、如何开发利用当地微生物资源等难题提供了一定的实践经验, 也是“工业微生物学”课程教学理念和教学模式创新的一次有益尝试。

REFERENCES

- [1] 章镛, 程子洋, 吴永祥, 宁丙乾, 李伟, 万志兵, 陈向阳. 校企合作模式下地方应用型本科院校农林专业“双能型”师资队伍建设[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(16): 265-267
Zhang L, Cheng ZY, Wu YX, Ning BQ, Li W, Wan ZB, Chen XY. Construction of “dual-skilled” teaching staff in agriculture and forestry specialty of local application-oriented universities under the model of university-enterprise cooperation[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2020, 48(16): 265-267 (in Chinese)
- [2] 罗立新, 陶顺, 杨汝德. 工业微生物学双语教学的实践与探索[J]. 高教探索, 2007(S1): 129-130,133
Luo LX, Tao S, Yang RD. Practice and exploration of bilingual teaching in Industrial Microbiology[J]. Higher Education Exploration, 2007(S1): 129-130,133 (in Chinese)
- [3] 郑新添, 杨小燕, 尹会方, 黄翠琴. 地方本科院校微生物学课程教学改革探索[J]. 微生物学通报, 2014, 41(4): 759-763
Zheng XT, Yang XY, Yin HF, Huang CQ. Exploration of Microbiology teaching reform in local colleges[J]. Microbiology China, 2014, 41(4): 759-763 (in Chinese)
- [4] 沈萍, 陈向东. 微生物学[M]. 8 版. 北京: 高等教育出版社, 2016
Shen P, Chen XD. Microbiology[M]. 8th ed. Beijing:

- Higher Education Press, 2016 (in Chinese)
- [5] 岑沛霖, 蔡谨. 工业微生物学[M]. 2 版. 北京: 化学工业出版社, 2008
Cen PL, Cai J. Industrial Microbiology[M]. 2nd ed. Beijing: Chemical Industry Press, 2008 (in Chinese)
- [6] 全艳玲, 吕跃东, 金文杰, 高云, 潘大伟, 解生权. PBL 教学法在工业微生物学教学中的应用研究[J]. 教育教学论坛, 2016(52): 188-189
Quan YL, Lü YD, Jin WJ, Gao Y, Pan DW, Xie SQ. Research on the application of PBL in teaching of Microbiology[J]. Education Teaching Forum, 2016(52): 188-189 (in Chinese)
- [7] 赵萌萌. “线上线下混合式”微生物学课程教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2021, 48(11): 4432-4443
Zhao MM. “Online and offline blended” teaching reform practice in Microbiology[J]. Microbiology China, 2021, 48(11): 4432-4443 (in Chinese)
- [8] 吴永祥, 胡长玉, 周讯, 楚文靖, 胡晓倩, 余新松. “工业微生物学”课程线上教学的改革与实践[J]. 微生物学通报, 2020, 47(11): 3733-3740
Wu YX, Hu CY, Zhou X, Chu WJ, Hu XQ, She XS. Reform and practice of the online teaching of Industrial Microbiology[J]. Microbiology China, 2020, 47(11): 3733-3740 (in Chinese)
- [9] 毛露甜, 黄雁, 林燕文, 陈兆贵, 林芳花. 强化服务地方理念 凸显微生物学教学应用性[J]. 河北农业大学学报: 农林教育版, 2017, 19(1): 43-46
Mao LT, Huang Y, Lin YW, Chen ZG, Lin FH. Strengthen the concept of serving the local area to highlight the applicability of Microbiology teaching[J]. Journal of Agricultural University of Hebei: Agriculture and Forestry Education Edition, 2017, 19(1): 43-46 (in Chinese)
- [10] 吾尔恩·阿合别尔迪, 恩特马克·布拉提白, 玛依拉·吐尔地别克, 徐丽萍. 地方特色资源融入微生物学研究型实验教学改革[J]. 微生物学通报, 2021, 48(3): 1020-1025
Oren A, Entomack B, Mayila T, Xu LP. The local characteristics in research-based experiments of Microbiology courses[J]. Microbiology China, 2021, 48(3): 1020-1025 (in Chinese)
- [11] 杨桂燕, 张利, 杨明. 工业微生物学课程‘6+1’多元化考核方式的建立及评价[J]. 高教学刊, 2017(23): 73-75
Yang GY, Zhang L, Yang M. Establishment and evaluation of ‘6+1’ diversified assessment methods for the Industrial Microbiology course[J]. Journal of Higher Education, 2017(23): 73-75 (in Chinese)