

混合式教学模式下“食品微生物学”“三环六阶”教学方法的探索与实践

王青云*, 刘小波, 李文, 任佳丽, 付湘晋, 李婷, 林亲录

中南林业科技大学食品科学与工程学院, 湖南 长沙 410004

王青云, 刘小波, 李文, 任佳丽, 付湘晋, 李婷, 林亲录. 混合式教学模式下“食品微生物学”“三环六阶”教学方法的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1055-1066.

WANG Qingyun, LIU Xiaobo, LI Wen, REN Jiali, FU Xiangjin, LI Ting, LIN Qinlu. Exploration and practice of the “3-link and 6-level” teaching method for Food Microbiology under blended teaching mode[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1055-1066.

摘要: 为探讨在混合式教学模式下建立基础理论、实验技能与创新实践能力培养一体化的食品微生物学教学方法, 本文结合食品微生物学的课程特点和以往教学中有待改进的问题, 将混合式教学过程中的课前、课堂和课后“三环”教学与布鲁姆教育目标的记忆、理解、应用、分析、评价和创造 6 个层次相结合, 建立了“三环六阶”逐阶深入教学法, 并采取了明确教学主线、开拓创新思维和加强课程思政教学等辅助举措来保障教学效果。“三环六阶”教学方法和辅助举措的实施, 突出了学生在教学过程中的主体地位, 提高了课堂教学效率, 调动了学生自主学习理论知识和自觉开展实验研究的积极性, 锻炼了学生的综合素质和创新实践能力。该教学方法为探索在网络信息化时代建设符合以成果为导向理念(outcome-based education, OBE)和新工科发展要求的理论、实践一体化的教学模式提供借鉴。

关键词: 混合式教学; 食品微生物学; 教学; 实践

资助项目: 湖南省普通高等学校教学改革研究一般项目(HNJG-2021-0555); 湖南省线上线下混合式一流课程(湘教通[2021]322 号); 湖南省学位与研究生教育改革项目(2022JGYB119); 中南林业科技大学教育改革项目([2022]第 29 号)

This work was supported by the Hunan Provincial General Project of Teaching Reform Research in Ordinary Colleges and Universities (HNJG-2021-0555), the Hunan Provincial Online and Offline Blended First-class Courses ([2021]322), the Hunan Provincial Degree and Graduate Education Reform Project (2022JGYB119), and the Education Reform Project of Central South University of Forestry and Technology ([2022]29).

*Corresponding author. E-mail: T20041485@csuft.edu.cn

Received: 2023-06-26; Accepted: 2023-12-13; Published online: 2024-01-30

Exploration and practice of the “3-link and 6-level” teaching method for Food Microbiology under blended teaching mode

WANG Qingyun^{*}, LIU Xiaobo, LI Wen, REN Jiali, FU Xiangjin, LI Ting, LIN Qinlu

College of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China

Abstract: This study aims to explore the Food Microbiology teaching method that integrates basic theory, experimental skills, and innovative practical ability under the blended teaching mode. Considering the curriculum characteristics of Food Microbiology and the problems that need to be addressed in teaching, we combined the pre-class, classroom, and post-class teaching (three-link) in the blended teaching process with the Bloom’s taxonomy of educational objectives (six levels of remember, understand, apply, analyze, evaluate and create) to establish the “three-link and six-level” teaching method. Furthermore, we took measures including summarizing the teaching main line, inspiring innovative thinking, and strengthening ideological and political education to improve students’ learning efficiency, cultivate innovative abilities, and enhance their initiative for learning. The implementation of the “three-link and six-level” teaching method and corresponding measures highlighted the dominant position of students in the teaching process, mobilized their enthusiasm for independent learning of theoretical knowledge and performing of experimental research, and improved their comprehensive quality and innovative practical ability. This study provides a reference for building a teaching model integrating theory and practice and conforming to the concept of outcome-based education and the development requirements of new engineering in the information era.

Keywords: blended teaching; Food Microbiology; teaching; practice

食品微生物学是将微生物学基础知识应用于食品加工、保藏、检测和新食品开发的一门课程。作为食品科学与工程类专业的主干课程,该课程在学生专业知识体系构建和实践创新能力培养中发挥着基石和纽带的重要作用。

随着工程教育认证的实施,以学生为中心,以成果为导向理念(outcome-based education, OBE),为高校的教学改革提供了指引^[1]。同时,“新工科”建设的积极推进,为提升教育质量、建立创新人才培养机制、建设“两性一度”标准的高质量金课带来了契机和挑战。而当前互联网信息技术的高度发展,为学生获取知识提供了多样化的途径和手段。信息技术与传统

教育的融合即“线上线下混合式教学”已成为当今教育改革发展的方向^[1-2]。混合式教学利用“线上”和“线下”教学的互补,可同时发挥传统教学和在线教学的优势,通过课前、课堂和课后“三环”教学的有机结合,更容易实现多层次由浅入深引导式教学,有助于开展以学生为中心的教学活动和培养学生的创新实践能力,符合工程教育认证和“新工科”建设的要求。本文从食品微生物学的课程特点和本课程团队以往教学中存在的问题出发,开展了“三环六阶”逐阶递进教学模式的探索和实践。为更好地提高课程教学效果,培养专业基础扎实、实践创新能力强、具有国际竞争力的高素质

质、复合型人才提供借鉴。

1 课程特点与历史沿革

1.1 课程特点

食品微生物学是一门融理论知识和实验技能于一体的实践性很强的课程。其理论知识体系包括微生物学基础理论和在食品及相关领域中的应用两大模块,涉及基础生物学、生物化学、发酵食品工艺学、食品微生物检测、食品生物技术等多门课程。理论知识量大、内容繁杂、基本概念多,抽象难理解^[2]。该课程实验包括诸多实验技能,如培养基的配制分装和包扎技术、灭菌技术、无菌操作技术、制片染色技术和显微观察技术等。实验技能的学习不仅能将抽象的理论知识具体形象化,有助于对理论知识的理解和掌握,同时也是将所学理论知识转化为实践应用的必由之路。

1.2 课程的历史沿革

食品微生物学是我校国家级一流本科专业食品科学与工程的专业基础课。本课程团队2012年开始接任该课程教学,至今已有11年的教学历程。2020年之前,该课程沿用了课堂教学为主的教学模式。师生间的课下互动交流少,学生自主学习积极性有待提高。另外,我们早期的教学中,课程思政教学目标不明确,思政案例缺乏;实验教学停留在实验课堂,对创新实践能力的培养不够。

2020年初,随着新型冠状病毒疫情的暴发,课程团队开始在学校网络教学平台上建设网络课程,并逐步开展线上线下混合式教学的探索和实践。在线网络课程建设的过程中,针对本课程理论知识体系庞大导致学生在现有学时内不能很好学习消化的问题,同时兼顾与前置课程和后置课程的衔接和互补,对理论课教学内容进行了优化。微生物基础理论部分,把微生

物的基本形态与结构、微生物的营养与生长、微生物的分类和命名作为重点教学章节。代谢和遗传变异部分在前置课程“生物化学”中已学习过,作为略讲内容。应用部分则重点学习微生物生态学、微生物与食品制造、微生物与食品腐败和食源性致病微生物。微生物检验相关内容在后置课程“食品微生物检验学”中学习。优化后的教学内容得以精简,突出了教学重点,提高了课堂时效。

至2021年秋,线上线下混合式教学运行了3个期次。在线教学资源不断完善,学生的在线自主学习积极性不断提高,在线成绩逐年提升。建立了在线的实验课教学资源并开始尝试实验课的混合式教学。课程团队还通过明确课程思政教学目标、广泛收集课程思政教学素材等举措,加强了课程思政教学,实现课程的价值引领功能。

截至目前,本课程混合式教学开展近4年时间,课程团队不断探索改进教学模式和方法,针对本课程理论与实践并重的特点,综合考虑以往教学中存在的不足和培养复合型、创新型人才的要求,逐步建立了将理论教学、实验教学和创新能力的培养融为一体的“三环六阶”教学模式。该模式可为混合式教学背景下实施理论传授+实践创新能力培养的课程教学提供参考。

2 “三环六阶”教学方法的总体思路

“三环六阶”教学,即将混合式教学过程中的课前、课堂和课后3个教学环节与布鲁姆教育目标的6个层次^[3]相结合,由浅入深、逐阶递进开展教学的方法(图1)。图1中由下至上为第一阶至第六阶。第一阶为课前在线预习,学生利用在线资源,自主完成理论课和实验课的

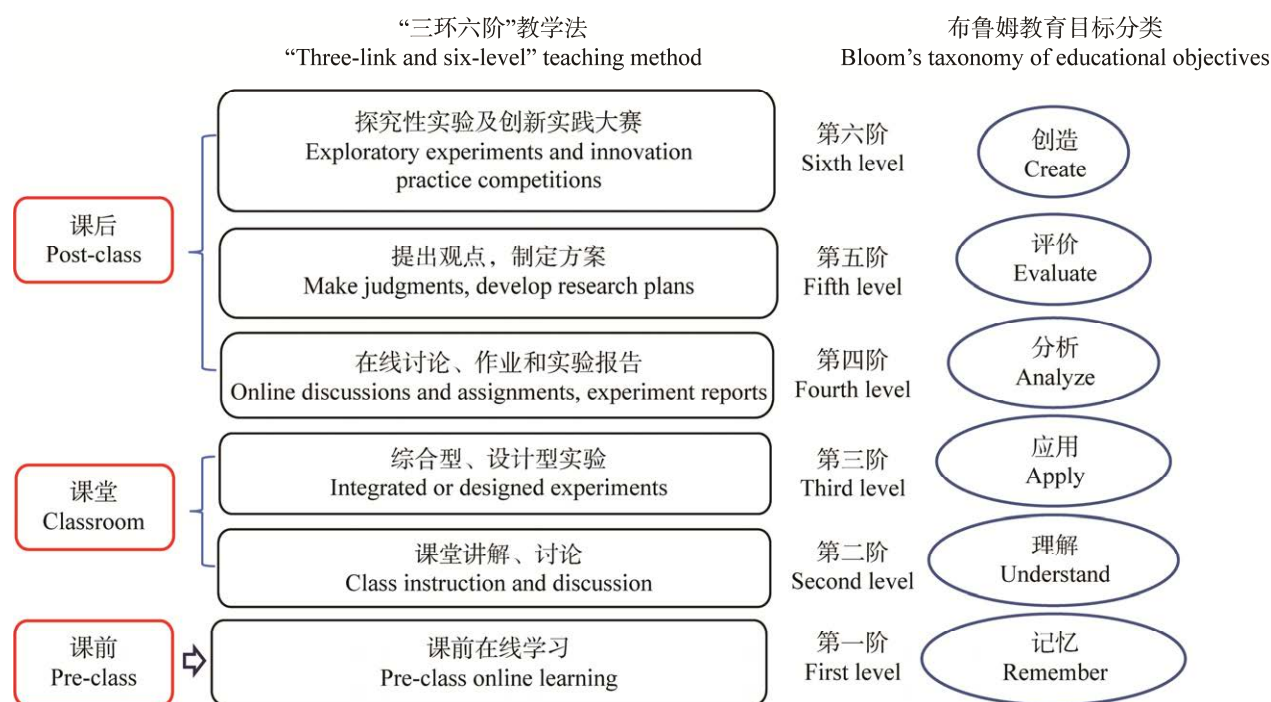


图 1 混合式教学模式下食品微生物学“三环六阶”逐阶递进教学法

Figure 1 “Three-link and six-level” teaching method for Food Microbiology under blended teaching mode.

课前预习。第二阶为理论课堂教学, 通过课堂测试、重点难点讲解和开展课堂讨论, 实现对知识点和概念的掌握和深入理解。第三阶为实验课课堂教学, 开展验证型、综合型和设计型实验, 实现对理论知识的初步应用。第四阶为课后在线学习, 完成理论课的在线作业、在线讨论和实验课的实验报告, 实现对知识的思考和分析。第五阶, 综合所学知识和技能, 评价其优点或不足, 提出自己的立场或观点, 制定相应的研究方案。第六阶, 开展探究性实验及参加创新实践大赛, 培养、锻炼和提高科研创新能力。课程团队还从梳理教学内容、设计教学主线, 引入学科前沿、拓展创新思维, 以及加强课程思政、实现价值引领 3 个方面采取措施, 从而提高课堂教学效果, 激发学生学习的内在驱动力培养创新实践能力, 保证“三环六阶”教学取得实效。

3 “三环六阶”教学方法步骤及保障措施

3.1 混合式教学的学时分配

混合式教学将传统的课堂教学拓展为课前、课堂和课后 3 个环节的教学, 因此, 课程总学时包括课堂学时和课外学时^[4]。其中课堂学时以线下授课为主, 课外学时以学生在线学习为主。本课程在教务系统中的总学时为 64, 其中理论课学时为 48, 实验课学时 16。本课程作为一门以校内教学为主的混合式课程, 在疫情过后正常授课的情况下, 理论课 48 学时和实验课 16 学时均为课堂学时。课外学时由学生课后自主完成, 理论课的课外学时预计为 25, 包括课前在线预习、课后在线作业、查阅文献和参加课后在线讨论等在线学习环节。实验课的课外学时预计为不低于 10 学时, 包括实验课

前的预习、课后进行实验结果和数据的分析处理完成实验报告。

3.2 “三环六阶”教学的步骤方法

3.2.1 第一阶：课前在线预习

课前在线预习，是整个教学活动中的首要环节。教师通过网络教学平台，以任务点的形式向学生推送需要课前在线预习的内容，并及时查看学生对任务点的学习情况。理论课的课前任务点主要是结合教材内容学习在线 PPT 课件和在线教学视频。实验课的预习内容包括阅读实验指导书、学习实验讲解 PPT、观看实验操作视频和完成预习报告。学生通过课前在线预习实现对知识的初步记忆。

3.2.2 第二阶：理论课课堂

混合式教学模式下的理论课课堂，秉承教师为主导，学生为主体的理念。首先，教师事先在网络教学平台上准备好在线测试，课堂上首先通过在线测试，来了解学生课前预习后对知识点的掌握情况，发现薄弱环节。接下来，教师对学生的薄弱环节和教学重点进行讲解，并提出相应问题，引发学生思考，组织学生开展讨论。通过开展学生向老师提问、学生向学生提问等多种方式的提问和解答，加深学生对基本理论和概念的理解，同时培养学生自主思考、归纳总结及语言表达能力。

3.2.3 第三阶：实验课课堂

本课程的实验课以 30 人左右的小班教学的形式开展，每 4 人为一个小组。16 个学时的课堂实验学时，共开设 6 个实验项目，分别是：(1) 培养基的设计与配制；(2) 干热和湿热灭菌(培养基及玻璃器皿的灭菌)；(3) 无菌操作和接种技术；(4) 细菌革兰氏染色及显微镜的使用；(5) 霉菌和酵母菌水浸片制作及形态观察；(6) 发酵乳的设计与制备。实验课课堂是引领学生练习和掌握基本实验方法和操作

技能，将理论转化为应用的第一阵地。

3.2.4 第四阶：课后在线讨论、在线作业和实验报告

理论课后，教师围绕教学重点在网络教学平台上发布在线主题讨论，学生则结合查阅文献资料，以在线留言的方式参与讨论。在每一章理论课教学结束后，教师发布在线作业，学生在规定的时间内完成在线作业后，即可查看在线的参考答案，开展作业的自评、互评，疑难问题还可随时在线留言向老师提问，老师收到问题后会及时回复解答。学生在线讨论和完成在线作业的过程中，通过自主思考和分析，建立各知识点间的联系，巩固所学理论知识，提高分析能力。

实验课后，学生及时对实验结果及数据进行统计，完成实验报告。培养对实验数据的统计分析能力、图表绘制能力、对实验结果及影响因素进行全面分析的能力。为今后独立开展探究性实验打下基础。

3.2.5 第五阶：综合评价所学知识和技能，制定创新研究方案

教师引导学生综合所学的基本理论知识和实验技能，结合企业和市场对技术和产品的需求，开展综合评价，指出现有的优点或者存在的不足，并制定出针对新产品开发或解决现有不足的创新研究方案。

3.2.6 第六阶：课后开展探究性实验及参加创新实践大赛

学生根据既定的创新研究方案，自愿组成兴趣小组来开展探究性实验。在此基础上参与食品微生物或生物技术相关的创新实践大赛，通过比赛进一步提升自己的综合素质和提高研究创新的能力。近年来，本专业学生踊跃参加了与本课程相关的多项创新实践大赛，如“澳优杯”食品营养创新大赛、“三只松鼠杯”休

闲食品创新大赛、全国大学生生命科学竞赛和大学生节能减排社会实践与科技竞赛等, 这些比赛为锻炼学生创新实践能力提供了广阔的天地。

3.3 “三环六阶”教学效果的保障措施

为确保“三环六阶”教学效果, 课程团队结合本课程的特点和教学目标, 从设计教学主线、拓展创新思维和加强课程思政教学三个方面采取了对应的保障措施。

3.3.1 梳理教学内容, 明确教学主线

针对“食品微生物学”基本概念多、知识点繁杂^[5]、内容抽象难理解的特点, 我们将课程系统化梳理为“一线两面”。“一线”是指在学习某一种微生物时, 沿着“形态与结构—营养与生长—分离和观察—分类及命名—应用或防控”这样一条教学主线来学习; “两面”是指引导学生从“有利”和“有害”两个方面来学习微生物对人类的作用。比如酵母菌在食品加工中可以用来酿酒、制作馒头和面包, 这是有利的; 但酵母菌也会引起饮料、水果等食品的腐败变质, 白色假丝酵母还会引起人的口腔、泌尿及生殖系统感染, 因此是有害的。“一线两面”将零碎繁杂的知识点串起来, 便于学生学习和记忆, 提高了课堂教学效果和学生的学习效率。

3.3.2 引入学科前沿, 启迪创新思维

教学中引入国际权威期刊上近年发表的研究成果, 可以拓展学生的创新思维, 为培养实践创新能力打下基础。例如在学习细菌的特殊结构菌毛时, 关于菌毛的功能, 教材通常会写以下两点: 普通菌毛的功能是与细菌的黏附性及致病性有关; 性菌毛的功能是向雌性菌株传递遗传物质。而参考文献[6]中, 作者借助荧光标记技术观察到霍乱弧菌能力菌毛可以吸收环

境中的耐药性 DNA 片段, 从而使自身产生耐药性。表 1 列出了近年来国际权威期刊发表的微生物学领域的部分前沿成果。在“三环六阶”教学的理论教学环节, 课程团队借助案例教学、讨论教学、动画教学等方法, 引导学生去学习这些微生物学前沿成果, 激发学生的创新意识, 培养创新思维。

3.3.3 加强课程思政、实现价值引领

课程思政教学不仅能实现课程的价值引领功能, 还可增强课程的趣味性, 激发学生自主学习的驱动力。基于食品微生物学的课程内容, 明确了课程思政教学目标: (1) 唤醒科学精神; (2) 启迪创新思维; (3) 弘扬中华发酵文化; (4) 树立食品安全意识, 增强社会责任; (5) 倡导生态文明和绿色发展。围绕思政目标, 我们已收集和整理了近 30 项思政素材。其中, 以列文虎克、巴斯德和汤飞凡等微生物学发展史上伟大科学家光辉事迹^[10-12]为代表的科学精神类思政素材, 以我国白酒、食醋、豆豉等传统发酵食品^[11-12]为代表的中华发酵文化类思政素材, 以微生物污染食品引起的食品安全事件^[5,12]为代表的食品安全类思政素材, 已在较多文献^[5,10-13]中列举过。本文表 1 中列举的国际前沿科研成果可作为创新思维类思政素材。然而, 生态文明和绿色发展类的思政案例素材在以往文献中报道较少, 课程团队收集整理的该类思政素材见表 2。除明确课程思政目标和积累思政素材外, 我们还在课程思政教学设计方面开展了改革尝试, 在“三环六阶”教学过程中, 做到“课前看思政, 课堂串思政, 课后践思政”, 建成了较完备的课程思政教学体系^[13]。课程思政教学的有效实施, 激发了学生学习的内在驱动力, 增强了课外学习的主动性, 提高了自主学习的效果。

表 1 食品微生物学教学中有助于启迪创新思维的国际前沿科研成果

Table 1 International frontier scientific research achievements that help inspire innovative thinking in Food Microbiology teaching

前沿成果概要 Summary of frontier achievements	成果的意义 The significance of achievements	参考文献 References
霍乱弧菌 IV 型能力菌毛可从环境中摄取 DNA 并据为己有, 该机制也是细菌获得耐药性的一大途径 Retraction of <i>Vibrio cholerae</i> type IV competence pili initiates DNA uptake from the environment, revealing a major way for bacteria to obtain drug resistance	更新了教材上关于细菌菌毛功能的记载, 让学生更全面认识细菌菌毛的功能 Updated the functions of bacterial pili on the textbook, enable students to have a more comprehensive understanding of the functions of bacterial pili	[6]
在子囊菌大型地衣中发现了子囊菌和担子菌酵母两种真菌 Two types of fungi, ascomycetes and basidiomycete yeasts, were found in the cortex of ascomycete macrolichens	结束了 140 多年来人们关于地衣是一种藻类和一种真菌共生体的经典认知 Overthrow the paradigm of one lichen-one fungus that has existed for over 140 years	[7]
引起尿路感染的大肠杆菌能转化成 L 型细菌存活在尿液中, 从而“逃避”青霉素等靶向细胞壁合成的抗生素 <i>Escherichia coli</i> , which causes urinary tract infection, can transform into L-form bacteria and survive in the urine, making penicillin and other antibiotics that target cell wall synthesis lose their effect	揭示 L 型细菌形成的环境因素及其对细菌生存的意义 To reveal the environmental factors of the formation of L-form bacteria and its significance for the survival of bacteria	[8]
Loki 古菌: 目前发现的与真核生物亲缘关系最接近的古细菌, 其基因组编码了大量的真核生物标志蛋白 Loki archaea: archaea with the closest genetic relationship with eukaryote, whose genome encodes a large number of eukaryote marker proteins	为揭示真核生物的起源提供依据 It provides a basis for revealing the origin of eukaryote	[9]

4 “三环六阶”教学方法实施案例

图 2 以“微生物与传统发酵食品制造”为例来说明“三环六阶”教学实施过程。本节课的授课内容包括白酒酿造、食醋酿造、发酵豆制品和发酵乳制品等。理论课教学对应图 2 中第一、二、四阶: 第一阶, 学生课前预习教学 PPT 和观看在线教学视频“白酒酿造传统工艺与新技术”“老陈醋酿出新味道”, 完成对理论知识的记忆。教师还可在课前推荐一些品牌企业官网等网络资源, 引导学生通过网络学习我国白酒、酱油的悠久发展历史、优秀的酿造文化及酿造工艺, 弘扬中华酿造文化, 增强民族自豪感; 第二阶为理论课堂教学, 考虑到后置课程“食品工艺学”中还会学习发酵食品加工工艺,

因此, 课堂上学习某一发酵食品时, 重点讲解参与发酵的微生物种类及其在发酵过程中发挥的作用, 相关的生产工艺流程及其工艺步骤则作为略讲内容; 第四阶的课后在线讨论和在线作业, 让学生以某一传统发酵食品为例, 结合查阅文献资料分析传统生产工艺的优点和缺点, 指出其生产工艺中可改良创新的环节, 按时完成在线作业, 及时核对答案及开展作业互评, 完成对知识的分析和认识的提高。

实验和实践教学对应图 2 中的第一、三、四、五和六阶。对应的实验是“发酵乳的设计与制备”。第一阶实验预习, 学生在线预习实验指导书、观看实验操作视频, 完成实验预习报告, 预习报告中需要给出本小组制作发酵乳

表 2 食品微生物学课程思政教学中的部分“生态文明和绿色发展类”思政素材

Table 2 Ideological and political materials on “ecological civilization and green development” in Food Microbiology teaching

理论知识点 Theoretical knowledge	思政素材 Ideological and political element	思政目标与价值引领 Ideological goal and value guidance
微生物与生物环境间的关系 The relationship between microorganisms and biological environment	湖南“松菌”的仿生栽培, 不仅有利于林木生长, 同时可以收获美味营养的“松菌” The biomimetic cultivation of “pine fungi” in Hunan Province, not only conducive to the growth of trees, but also can harvest delicious and nutritious “pine fungi” 地衣虽然生命力极强, 但只能在空气新鲜的地方生存, 空气污染会导致地衣死亡。地衣中多个品种都是非常珍稀的食材, 具有极高的药食两用价值 Although lichens have strong vitality, they can only survive in areas with fresh air, and air pollution can lead to lichen death. Many varieties of lichen are very rare ingredients with high value for both medicine and food	绿色发展理念, “绿水青山就是金山银山” Green development concept, “green water and green mountains are the golden and silver mountains”
微生物与水体污染 Microbe and water pollution	美国加州沿海赤潮加剧, 大量海狮海豚中毒 The red tide is intensifying along the coast of California, USA, and a large number of sea lions and dolphins are poisoned 微囊藻等藻类毒素具有肝毒性和神经毒性, 其引起的水体污染不仅导致鱼虾死亡, 也会危害饮用水源地的人的健康 The toxins of algae such as <i>Microcystis</i> have hepatotoxicity and neurotoxicity, causing water pollution that not only leads to the death of fish and shrimp, but also endangers the health of people in drinking water sources	生态文明与“人类命运共同体”理念 Ecological civilization and “human destiny community” concept
微生物与环境治理, 新食品资源开发 Microbe and environmental governance, development of new food resources	美国 NovoNutrients 公司将富含 CO ₂ 的工业废气通过专有的细菌发酵技术转变成蛋白质, 该蛋白可作为优质的水产饲料 NovoNutrients in the United States converts CO ₂ rich industrial waste gas into protein through proprietary bacterial fermentation technology, the protein can be used as high-quality aquatic feed 中国农业科学院饲料所与北京首钢朗泽新能源科技有限公司联合, 以废气中的 CO 和 CO ₂ 等废气为主要原料合成乙醇梭菌蛋白 Institute of Feed Research of Chinese Academy of Agricultural Sciences and Beijing Shougang Langze New Energy Technology Co., Ltd. jointly synthesized ethanol containing <i>Clostridium</i> protein using waste gases such as CO and CO ₂ as the main materials	可持续发展理念, 大食物观, 碳排放治理 Sustainable development, all-encompassing approach to food, carbon management

的设计方案, 包括设计目的、设计思路及具体制作方法。该实验所需的原料中, 制作发酵乳所需的奶粉、白砂糖、乳酸菌粉等常规原料由实验室提供, 学生实验设计中用到的其他特殊原料, 则由学生以小组为单位自行准备。第二阶为实验课堂, 每个小组按照预先的实验设计来制作发酵乳。制备完成后, 对发酵乳的色、香、味及组织状态进行感官评价, 测定发酵乳的 pH 值, 做好实验结果记录。第四阶, 课后根

据本小组所制作发酵乳的结果, 分析其影响因素, 完成实验报告。第五阶, 教师引导学生综合所学食品微生物学及发酵食品的理论知识和生产技术, 结合查阅文献、调研市场上现有的发酵食品及相关企业生产现状, 找出优点或不足, 提出自己的观点, 梳理开展探究性研究的思路, 并制定出相应方案。教师也可为学生提供了一些探究性实验题目, 如“老面馒头与酵母馒头的风味差别与成因探究”“冠突散囊菌黑色



图2 食品微生物学“三环六阶”教学方法实施:以“微生物与传统发酵食品制造”为例

Figure 2 Implementation of the “three-link and six-level” teaching method in Food Microbiology: taking “microbiology and traditional fermented food manufacturing” as an example.

素在长沙臭豆腐上色工艺中的应用”“××新型发酵食品的研制”等供学生参考。第六阶,学生课后自由组建3–5人的团队,以团队为单位开展探究性实验,并在此基础上参加相关的学科竞赛或创新比赛,进一步锻炼和提高自身的综合素质和实践创新能力。在制定研究方案和开展创新研究的过程中,所学理论知识得到进一步内化和拓展。通过“三环六阶”教学,学生掌握了微生物与传统发酵食品的知识和技能、锻炼了创新实践能力、同时也传递了“传承中华发酵美食,发扬中华优秀传统文化”的价值理念,提高了对本课程的自主学习热情。达成了本课程“知识传授+能力培养+价值塑造”三位一体的教学目标。

5 课程考核

为了体现实验教学和理论教学的同等重要性,本课程的理论课和实验课各自作为一门独立课程进行考核和记分。

在理论课的考核中,采用平时成绩和考试成绩各占50%的方式来综合评定课程成绩。平时成绩由课堂讨论(15%)和在线学习成绩(35%)

组成(图3)。课堂讨论成绩根据学生在课堂集体讨论时回答问题的情况和分小组讨论的小组得分进行综合考核,在线成绩由在线预习时任务点完成情况(10%)、课堂测试(5%)、在线作业(10%)、在线讨论(5%)和在线签到(5%)组成,在线成绩可以通过网络教学平台统计和导出。这种过程考核和结果考核并重的考核方式,充分激发了学生学习过程的积极性。

实验课成绩由实验预习(10%)、实验过程(30%)和实验报告(60%)组成。实验预习成绩根据预习报告及实验课前提问环节进行考核。实验过程通过教师巡视记录学生在实验课堂上的表现,结合操作规范性考核综合评价。实验报告成绩不单看实验结果^[14],还根据报告中对实验过程的记录、对实验中出现的問題或影响实验结果的因素进行分析的情况来综合评定。由于周期较长,实验课后开展的探究性实验和创新大赛未纳入本实验课程的成绩考核。学生开展探究性研究有论文发表或参加相关竞赛获奖的,学院会在学生的综合测评、奖学金评定等方面予以奖励。

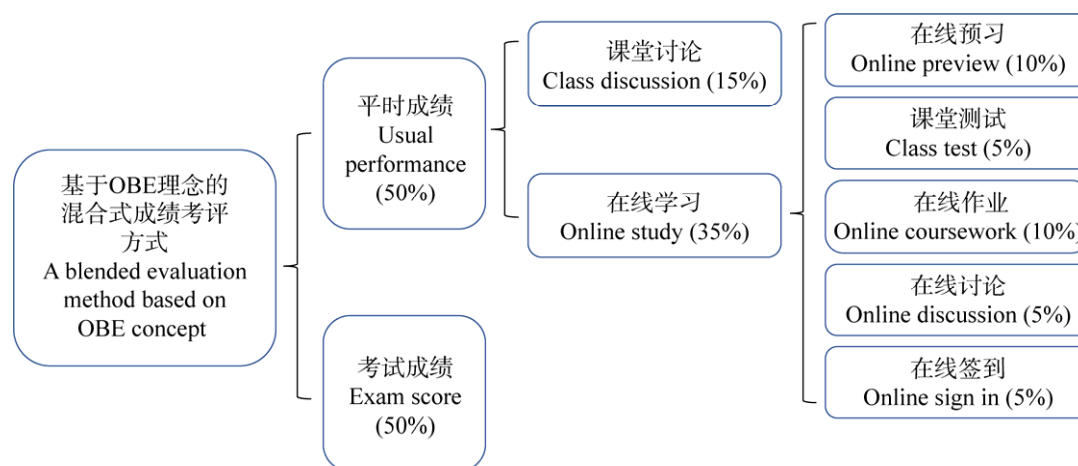


图3 混合式教学模式下食品微生物学理论课成绩考核方式

Figure 3 Performance assessment method for Food Microbiology theory course under blended teaching method.

6 取得的成效

6.1 学生的学习成绩显著提高, 综合素质得到提升

“三环六阶”教学方法及保障措施的实施, 活跃了课堂气氛, 提高了课堂效率, 激发了学生自主学习和实践的热情, 充分发挥了学生在教学中的“主体”地位。学生的考试平均分、优秀率都呈现上升趋势, 教学效果得到提升。学生积极参加微生物及食品安全相关的科普宣传活动, 并在“全国大学生食品营养与安全知识竞赛”等多项综合型知识竞赛中获奖, 综合素质得到提升。

6.2 学生的实践创新能力得到增强

2020 年至今, 学生踊跃参加本课程相关的创新大赛, 如全国大学生生命科学竞赛、大学生节能减排社会实践与科技竞赛、“挑战杯”大学生创业计划竞赛、“澳优杯”食品营养创新大赛等各级赛事共计 20 余项, 获得校、省级奖励 10 余项, 获得国家级奖励 5 项, 其中“基于微生物-二氧化钛-纳米微球体系高效处理屠宰加工废水中抗生素、有机物等指标的探究”获得全国大学生生命科学竞赛(2022, 科学探究类)一等奖。

6.3 课程建设初步取得成果

开展混合式教学以来, 课程建设日趋完善, 课程团队逐渐壮大, 课程建设成果也得到了广泛认可。2021 年, 本课程被认定为湖南省线上线下混合式一流课程, 所申报的“食品微生物学”课程思政案例课被新华网录用; 2022 年, 本课程被认定为中南林业科技大学“放心课程”和“课程思政示范课程”; 2023 年, 本课程团队获得中南林业科技大学课程思政教学比赛三等奖。

7 反思和展望

混合式教学模式下食品微生物学“三环六

阶”教学方法的实施, 充分体现了“教师为主导, 学生为主体”的教学理念, 对于学生养成自主学习的习惯和培养实践创新能力起到了良好的促进作用。但教学中也存在一些问题, 比如混合式教学不仅需要学生花费更多课外时间来投入学习, 也需要学生具有较好的上网条件(网络信号、上网流量等)开展在线学习, 精力投入不够和上网条件差的同学会出现掉队。“三环六阶”混合式教学的实施, 教师的工作量也大大增加, 如何更加有效开展教学团队的分工合作、提高工作效率, 也是一个值得思考 and 关注的问题。在实验课教学方面, 由于设备数量有限且过程耗时较长, 高压蒸汽灭菌等实验操作不能实现每个学生都全程亲手操控; 在学生聚集的环境中, 严格的无菌接种技术的无菌效果也难以实现。因此, 今后在实验教学方面, 将尝试引进“高压灭菌 VR 仿真实验”和“无菌实验室 VR 模拟实操”等仿真技术, 使每位学生都能全程操作和亲身感受实验室中不能实现的微生物实验操作, 更好地掌握相关实验技能。课程团队也将不断学习和提高教学能力, 优化教学方法, 努力培养德才兼备、理论基础扎实、实践能力强、符合社会需要的创新型高素质人才。

REFERENCES

- [1] 韩志萍, 金蓓. “新工科”理念下“食品微生物学”实践教学改革与研究[J]. 现代食品, 2022, 28(22): 33-36.
HAN ZP, JIN B. Reform and research on practice teaching of “Food Microbiology” under “new engineering” concept[J]. Modern Food, 2022, 28(22): 33-36 (in Chinese).
- [2] 宋丽丽, 付博, 迟雷, 陶静, 魏涛. 基于 OBE 理念的食品微生物学混合式教学设计与实践[J]. 现代食品, 2023, 29(1): 99-102.
SONG LL, FU B, CHI L, TAO J, WEI T. Teaching design and practice of blended teaching in Food Microbiology based on OBE concept[J]. Modern Food, 2023, 29(1): 99-102 (in Chinese).
- [3] 高小蝉, 黄勇, 熊建利, 任洪涛, 高世阳. 基于布鲁

- 姆教育目标分类法的线上线下混合式教学模式在水生生物学课程教学中的应用探索[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(1): 273-275.
- GAO XC, HUANG Y, XIONG JL, REN HT, GAO SY. Exploration on the application of online and offline mixed teaching model in the teaching of Hydrobiology based on Bloom's taxonomy method of educational objective[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2021, 49(1): 273-275 (in Chinese).
- [4] 战德臣, 徐晓飞, 张龙. 深度理解高校慕课指南, 建好线上线下混合课程[J]. 计算机教育, 2021(10): 1-6.
- ZHAN DC, XU XF, ZHANG L. In-depth understanding of the massive open online course guide in colleges and universities, and building good online and offline mixed courses[J]. Computer Education, 2021(10): 1-6 (in Chinese).
- [5] 巫小丹, 屠心怡, 付桂明, 彭珍, 江湖. “新工科”背景下“食品微生物学”教学改革探索与实践[J]. 微生物学通报, 2023, 50(2): 754-765.
- WU XD, TU XY, FU GM, PENG Z, JIANG H. Exploration and practice of teaching reform of Food Microbiology in the context of new engineering education[J]. Microbiology China, 2023, 50(2): 754-765 (in Chinese).
- [6] 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(7): 773-780.
- [7] SPRIBILLE T, TUOVINEN V, RESL P, VANDERPOOL D, WOLINSKI H, AIME MC, SCHNEIDER K, STABENTHEINER E, TOOME-HELLER M, THOR G, MAYRHOFFER H, JOHANNESSON H, McCUTCHEON JP. Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens[J]. Science, 2016, 353(6298): 488-492.
- [8] MICKIEWICZ KM, KAWAI Y, DRAGE L, GOMES MC, DAVISON F, PICKARD R, HALL J, MOSTOWY S, ALDRIDGE PD, ERRINGTON J. Possible role of L-form switching in recurrent urinary tract infection[J]. Nature Communications, 2019, 10(1): 4379.
- [9] LAMBERT J. Scientists glimpse oddball microbe that could help explain rise of complex life[J]. Nature, 2019, 572(7769): 294.
- [10] 张莉, 张军, 姜新杰. 食品微生物学教学中课程思政的探索[J]. 轻工科技, 2022, 38(6): 114-115, 123.
- ZHANG L, ZHANG J, JIANG XJ. Exploration of course ideology and politics in Food Microbiology teaching[J]. Light Industry Science and Technology, 2022, 38(6): 114-115, 123 (in Chinese).
- [11] 王华, 张鹏娟, 张颖, 邹磊. 新工科背景下“食品微生物学”课程思政教学实践与探索[J]. 食品工业, 2023, 44(2): 214-218.
- WANG H, ZHANG PJ, ZHANG Y, ZOU L. Practice and exploration on ideological and practical education in “Food Microbiology” under the background of new engineering[J]. The Food Industry, 2023, 44(2): 214-218 (in Chinese).
- [12] 梁志宏, 明玥. 食品微生物学课程思政探索与实践[J]. 微生物学通报, 2021, 48(4): 1373-1379.
- LIANG ZH, MING Y. Ideological and political education in Food Microbiology: exploration and practice[J]. Microbiology China, 2021, 48(4): 1373-1379 (in Chinese).
- [13] 王青云, 周文化, 林亲录, 龚吉军. 食品微生物学课程思政教学体系的构建与实践[J]. 当代农机, 2021(9): 35-38.
- WANG QY, ZHOU WH, LIN QL, GONG JJ. Construction and practice of ideological and political teaching system of Food Microbiology course[J]. Contemporary Farm Machinery, 2021(9): 35-38 (in Chinese).
- [14] 高秀芝, 刘慧, 张巍, 刘一倩, 熊利霞, 张艳艳, 王晓东, 易欣欣. 食品微生物学三段式实践教学模式的探索[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 665-669.
- GAO XZ, LIU H, ZHANG W, LIU YQ, XIONG LX, ZHANG YY, WANG XD, YI XX. Exploration of three-stage practical teaching mode of Food Microbiology[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 665-669 (in Chinese).