

# 《食品微生物检验学》虚拟仿真教学改革初探

李青青, 黄虔菲, 吴庆其

杭州医学院药学院, 食品科学与工程学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2024年4月26日; 录用日期: 2024年5月24日; 发布日期: 2024年5月31日

## 摘要

《食品微生物检验学》是食品质量与安全专业的核心课程之一, 具有实践性和应用性强的特点, 操作与实践技能在学生日后的实际工作中占重要的地位。如何提高学生运用知识解决实际问题的能力, 训练科学思维培养实践技能, 是食品微生物检验学教学改革亟需解决的问题。虚拟仿真实验是以计算机为基础的虚拟现实技术, 利用动态教学模型实时模拟实体实验的场景、仪器设备、操作流程, 达到与实体实验基本一致的实验现象和实验结果。本文对虚拟仿真技术在食品微生物检验学的教学过程中的应用进行了初探。

## 关键词

食品微生物检验学, 教学改革, 虚拟仿真实验, 教学过程

# The Primary Research on Application of Virtual Simulation Technology in “Food Microbiological Examination” Course

Qingqing Li, Qianfei Huang, Qingqi Wu

School of Food Science and Engineering, School of Pharmacy, Hangzhou Medical College,  
Hangzhou Zhejiang

Received: Apr. 26<sup>th</sup>, 2024; accepted: May 24<sup>th</sup>, 2024; published: May 31<sup>st</sup>, 2024

## Abstract

“Food Microbiological Examination” is one of the core courses of food quality and safety specialty. It has the characteristics of practicality and applicability. Operation and practical skills play an important role in students’ practical work in the future. How to improve students’ ability to use knowledge to solve practical problems and train scientific thinking to cultivate practical skills is

**an urgent problem to be solved in the teaching reform of food microbiological examination. Virtual simulation experiment is a virtual reality technology based on computer. It uses dynamic teaching model to simulate the scene, equipment and operation process of entity experiment in real time, so as to achieve the experimental phenomena and results basically consistent with entity experiment. In this paper, the application of virtual simulation technology in the teaching process of food microbiological examination was discussed.**

## Keywords

**Food Microbiological Examination, Teaching Reform, Virtual Simulation Experiment, Teaching Process**

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

食品微生物检测是运用微生物学的理论与方法, 检验食品中微生物的种类, 数量, 性质及其对人类健康的影响, 以判别食品是否符合质量标准的检测方法。食品微生物检验是衡量食品卫生质量的重要指标之一, 也是判定被检食品能否食用的科学依据之一。目前, 因为《食品微生物检验学》实操性强的特点, 所以在其线下授课过程中, 采取的教学方式多数是理论和实验的模式, 以试卷的形式考核理论部分, 以实验报告形式考核实验环节, 两者的权重不同。但是其中的线下实验大部分是为了对相关理论知识进行验证, 导致出现理论知识的占比高于实验部分的现象, 从侧面也说明了重点仍然在于对理论知识的学习。食品微生物检验学的学习过程是一个从理论到实践, 再从实践到理论, 螺旋式上升的过程, 即当有了理论知识的储备后, 在此基础上开展实验, 得出结果, 再用理论知识去解释实验现象, 分析结果。如果侧重点在于对理论知识的学习, 经历时间的洗礼后容易被淡忘。

进行常规测试时, 学生需要遵守一定的实验流程及操作规范进行配置培养基、消毒灭菌、分离纯化等一系列操作步骤。为了确保测试结果的准确性, 对操作人员有较高的技术要求, 如果接种失败, 将导致延长整个实验周期。实验过程中的误差是不可避免的, 但可以减少实验误差, 使实验结果具有统计学意义。基于以上操作, 传统检测方法需要消耗大量的培养基, 培养皿以及其他耗材, 还会出现相对较高的能源消耗情况。由于实验目的的不同, 被测物可能是有毒有害微生物。基于多种因素的考虑, 在其实验过程中, 多数采用小组协作的模式展开实验。同时, 实体教学模式对应某一教学计划, 因此仅有一次某一类型微生物实体实验的机会, 导致可重复性低。尤其在一些特殊情况下, 虚拟仿真平台将发挥重要作用。

在数字化时代对有效和沉浸式教学工具的不断需求背景下, 传统的教学方法在提供实践经验和实际培训方面常常面临着资源限制、安全问题以及真实实验的复杂性等挑战[1] [2]。为了应对这些问题, 虚拟仿真实验成为一种可行的解决方案。虚拟仿真实验建立在一个虚拟的实验环境(仿真)之上, 注重的是实验操作的交互性和实验结果的仿真性[3] [4]。虚拟实验教学能够有助于提高实验教学质量, 拓宽学科视野, 实现个性化学习[5] [6] [7] [8]。而今, 线上线下混合式教学模式取两者之长, 虚实结合, 教学效果突出, 受到学生和教师的广泛认可[9], 成为教育改革发展的重要趋势。仿真实验的教学模式实现了互联网与虚拟实验教学的融合。在线虚拟仿真软件根据现实实验环境利用编程技术, 在计算机中营造一个接近或优于真实环境的虚拟场景, 实验者通过借助软件系统可完成各种预定的实验项目[10]。所以笔者对《食品微

生物检验学》这门课程的教学方式进行了互联网与教学的融合，打开微生物检验教学新思路。

## 2. 虚拟仿真教学思路

目前，大学教师可以通过雨课堂、钉钉、腾讯会议等平台进行线上授课，但因为空间受限，导致实验教学不能开展。此外，由于传统的实体实验教学时间有限，大部分学生不能在有限的时间内理解和掌握教学的实验原理和操作步骤。生活在互联网时代，在学生群体中存在的一个共同特点是容易被电子产品所吸引，利用这一共性开发虚拟仿真实验教学平台，顾名思义，此平台主要关于实验部分，但其涉及的范围不限于实验部分，还涉及理论部分的课件。综合近几年应用情况，线上教学表现出与传统线下教学无法比拟的优势：比如学生学习过程不受时空限制，丰富学生的学习方式，丰富教师的教学方式，丰富教学资源，提高教学资源的质量，优化考核方式等；再比如，在线教学平台运行稳定，适用场景多样，注重师生互动，在线实验教学表现抢眼[11]等。

由于该课程应用性、实践性较强，传统的教学方法已经无法满足当前人才培养的要求[12]。企业依托虚拟仿真实验教学平台，开发虚拟学习资源，优化学习体验，如开设相关理论课程的教学，创设沉浸式学习场景，使抽象的内容用虚拟技术呈现，便于学生理解。在该平台中有详细的教学内容、清晰的模块化分区、由点及面、完善的考核机制等。教师可以在该体系的后台看见学生的学习及答题情况，根据这些大数据的反馈，以便于教师对备课内容做出适当调整，更加有针对性地开展教学。

本着“能实不虚、虚实结合、以虚促实”的原则，以实验教学目标为核心，重点训练学生的认知实践[13]。此虚拟仿真平台中的每一项任务都相应配有操作视频、微课、课件、作业、在线测试题等等互动多媒体资源，提高学生学习的主动性和积极性，只要进入该平台，就可以查找自己想了解的内容，同时有利于实现碎片化学习。互联网与教学的衔接，使各个食品类院校高度重视虚拟仿真实验教学平台体系的建设与实施，不仅能够弥补实体实操课程时间有限的不足之处，还能够拓宽学生的眼界。不断完善对虚拟仿真实验教学体系的资源管理，保障该体系安全高效运行，同时创建兼容平台和开源机制以增加学生的参与度。

## 3. 虚拟仿真教学设计

教学内容的设计是教学开展的关键一环。如果理论内容晦涩难懂，内容较多，知识点分散，学生学习过程中会感觉枯燥乏味，内容庞杂，发现不了知识点之间的相互联系。虚拟仿真平台将授课内容模块化，单项化，由浅入深、由易到难、循序渐进的使学生构建属于自己的知识框架体系。根据以学生为主和检测内容贴近生活相结合的原则，将微生物检验实践教学构建为“菌落总数的检验”“大肠杆菌的检测”“食品中霉菌和酵母菌总数的测定”三大实验模块，并增加“食品微生物检验基础理论”和“食品微生物检验考核”2个软件模块。为了确保线上虚拟仿真体系可以顺利、高效地运转，上述三项检测指标符合食品微生物学检验的国家标准，如GB 4789.2-2016“菌落总数测定”，GB 4789.3-2016“大肠菌群计数”，GB 4789.15-2016“霉菌和酵母计数”。同时在预习模块中对了解、熟悉、掌握的知识点进行了标识，使学生有的放矢地进行学习。

在食品微生物检验基础理论的模块中，设有自主预习模块，在此模块中涉及对相关微生物的理化性质、实验原理、注意事项以及检测意义等的学习。其次，在实验过程中会出现各种不同的实验现象，笔者认为十分有必要了解背后隐藏的原理，以原理为出发点，可以更好地解释实验现象。学生随时可以在线上进行理论学习，教师不再重复线上的理论知识，而是把更多的时间放在解决学生遇见的问题上，在课堂上通过讨论引导答疑，有助于培养学生知其然知其所以然的思维。

虚拟仿真平台打破了线下实体实验对仪器的依赖性。在虚拟实验中以积分的形式反馈学生的学习效

果, 答对获得积分, 答错无积分。操作者点击虚拟实验室中的对应物品, 系统会自动按照预设的步骤进行操作。在菌落总数测定的模块中涉及单项实验训练, 如培养基配置、分离接种、消毒灭菌等基本操作技术。首先, 对样品进行处理, 其过程是将 25 g (ml) 样品加入到 225 ml 生理盐水中混匀, 之后开始以 10 倍系列对样品进行稀释, 再选择合适的 2~3 个样品匀液, 从其中吸取 1 ml 加入到对应的无菌培养皿中, 实操时在培养皿表面做好相关标记, 以免混淆。随后在每皿内加入 15~20 ml 平板计数培养基, 将其放在振荡器上混合均匀, 最后放在设定好时间和温度的培养箱中培养。菌落出现的每一种情况有对应的计数标准, 培养后通过已知的计数方法进行计数。以菌落总数测定为例, 介绍虚拟仿真实验的全过程(见图 1)。

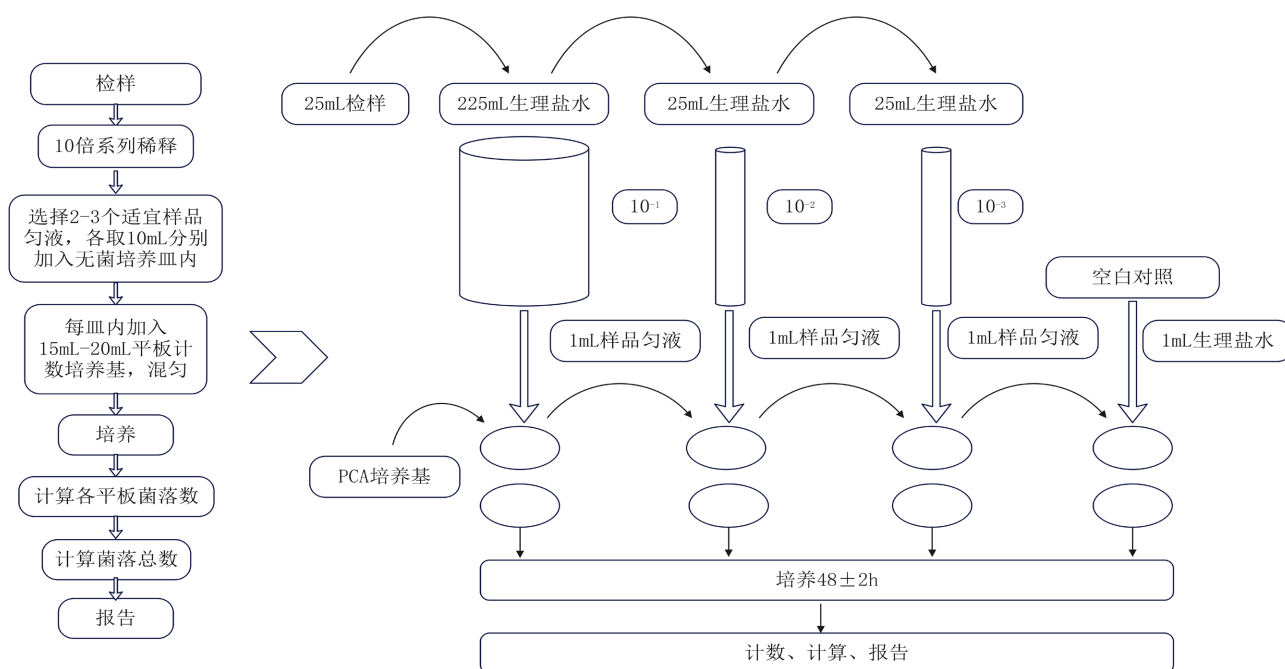


Figure 1. Inspection procedure for total colony count determination

图 1. 菌落总数测定的检验程序

霉菌和酵母通常会导致食品表面丧失色泽, 导致降低或失去其本身的营养价值, 通过它们的数量可以间接反映食品在加工、运输、储藏等过程中受到污染的情况, 以此来判断食品能否被食用。霉菌和酵母的检验与菌落总数的测定类似, 在其模块中同样涉及一些相关的单项操作技能, 其中主要的实验流程是将样品以 10 倍梯度进行稀释, 选取 3 个适宜的菌落计数稀释度, 从其中吸取 1 ml 液体置于培养皿, 倾注配置好的培养基后进行培养, 最后计数。大肠杆菌的检测采用平板计数法计数, 即稀释样品, 通过稀释后, 微生物可以分散为单个细胞, 之后在一定环境条件下培养, 直到其长成菌落为止, 然后通过稀释度和样品数量进行稀释。操作者只有在虚拟实操时的分数达到 80 分时, 才会有进行线下实体实验的机会。

采用闯关的形式对学生的掌握度进行检验。教师可以在考核模块中通过“随机抽题、限时答题、多次尝试、自动晋级”的模式实现对测试从被动完成到主动尝试的转变。测试题的难易程度由易到难的顺序逐渐递增, 闯关成功才会获得开启下一关的密钥, 解锁下一关实操。当操作者进入线上实操模块时, 进入虚拟考场后会有两个选项, 分别是操作指引和进入考试。考生须进入操作指引中查看按键的使用方式, 以便于查看虚拟实验室环境, 不涉及考试内容; 在进入考试中设有两个操作小模块, 分别是练习模

式和考核模式,基于教学内容中的单项训练,在练习模式中设有8个必考点和24个一般考点,答题时间到,系统会自动交卷。在线上实操过程中还会穿插测试题(选择题和判断题),当测试题回答正确,才有机会进入下一步环节。练习完一个考点之后,需要写一个对该考点的小总结,让学生主动去发现每个考点之间的内在衔接点。在考核模式中的试卷由8个必考点和从一般考点中随机抽取的8个考点组成,完成考试后,大数据自动计算出分数。

利用虚拟仿真平台,教师可适当开展自主性设计实验,让学生从头开展实验设计,对实验的进展做到有始有终。围绕做什么、为什么做、怎么做展开,培养学生发现问题,解决问题,独立思考的能力。设计性实验指教师给出实验方向及范围,使学生根据已有的知识,通过查阅文献,选择实验方法和拟定实验步流程,进行实验操作,最后完成实验报告。对于实验过程中的现象和问题,结合有关的理论知识和反应机理进行分析,以改进实验。学生通过全程参与文献的查阅、构建实验流程图、配制试剂、实验操作、分析结果等全过程,可以在一定程度上培养科研思维。教师可以利用虚拟后台设定特定的互动小窗口,通过人机互动系统帮助学生解答问题。

在虚拟平台中学生能进行多次重复实验,如果出现扣分项,在最后系统会罗列出失分项,同时提出改进的建议。成功不是一蹴而就的,只有在失败中不断积累经验,这样才会缩短与成功彼岸的距离,有利于带给学生前进的动力,激发对学习的热情,帮助他们成长进步。此外,可根据课程展开相关前沿性实验项目,让学生了解和掌握食品微生物检验行业的前沿技术内容和未来发展趋势。虚拟实验按照“3+2+1”的模式进行设计,其中“3”指教学内容里的三大实验模块;“2”代表完成一次自主性实验设计和一次前瞻性实验设计;“1”指参加最后的考核,具体安排如表1所示。

**Table 1.** The arrangement of “3 + 2 + 1” teaching model

**表 1.** “3 + 2 + 1”的教学模式安排

实验内容	实验类别	完成方式	学时
菌落总数的检验	验证实验	虚实结合	4
大肠杆菌的检测	验证实验	虚实结合	4
食品中霉菌和酵母菌总数的测定	验证实验	虚实结合	4
自主性实验	设计实验	虚拟仿真	3
前瞻性实验	探索实验	虚拟仿真	3
单项(随机)	综合实验	虚实结合	8

#### 4. 虚拟仿真教学评价体系

教学评价是根据教学目标判断教学过程和结果的效果并为教学决策提供服务的行为活动[14]。教学评价包括两个环节:教师教学工作评价(教学设计、教学组织、教学实施等)和学生学习效果评价(测试和考试)[15],虚拟仿真教学评价体系的评价主要是学生学习效果评价,评价方法包括定量评价和定性评价[16]。

在虚拟仿真实验教学平台发布的考勤、课前预习、课后作业等信息,最后通过课后作业的形式,让学生制作教学设计里实验过程的流程图,根据学生对实验的理解创建知识框架,将流程图和知识框架等学习材料通过雨课堂或者学习通等方式上传,通过此方式让学生体会温故而知新的重要性。评价指标来源于在此平台上教师发布的客观题和主观题,其中客观题采用自动批改的形式,主观题采用教师审阅的形式,最后综合得出虚拟实验成绩(见表2)。

**Table 2.** Evaluation of student learning effectiveness**表 2.** 学生学习效果评价

时间	评价内容	分值分配
课前	完成课件的情况	20%
课中	虚实结合的实操情况	50%
课后	撰写实验报告	30%

## 5. 结语

传统教学通常采取的是灌输式的被动教学，为了增加学生学习的积极性和主动性，实现学生由被动学习向主动学习的转变。由于微生物具有体积小、表面积大、繁殖快、对 pH 值和温度较敏感等特点，导致食品微生物检验实验对环境和仪器的要求十分高，而虚拟仿真教学平台是对实体实验环境的真实模拟，能够打破其对环境和仪器的依赖性，同时在一定程度上能提升他们理论联系实际、解决实际问题的能力，以及启迪他们的创新思维。相较于微生物传统实验教学，尽管虚拟实验教学平台拥有许多优点，但如同人工智能不能代替人类一般，虚拟实验教学也不能代替传统教学，因此，高校可以通过采取虚实结合的教学方式，让学生建立自主学习的意识，此外，还可以增加答疑环节，使教学效果最大化。

## 参考文献

- [1] 蔺海晓, 王钦亭, 赵宇, 等. 新工科背景下力学虚拟仿真实验建设[J]. 西南交通大学学报(社会科学版), 2023, 24(S2): 139-143.
- [2] 李澜, 王吉. 高等学校虚拟仿真实教学现状及趋势研究[J]. 中国教育技术装备, 2022(19): 18-21+25.
- [3] 黄志高, 郑勇平, 林应斌, 等. 理工科虚拟仿真实验项目建设的实践与思考[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2022, 38(6): 94-100.
- [4] 孙秀丽, 吴晨晨, 左雪松. 虚拟仿真实验技术融入思政课实践教学的有效探索[J]. 湖北理工学院学报(人文社会科学版), 2023, 40(3): 56-60.
- [5] 张晓雷, 王鹏涛, 吴新宇. 船舶过闸虚拟仿真实验设计与实践[J]. 创新创业理论研究与实践, 2023, 6(5): 42-45.
- [6] 狄海廷, 李耀翔, 王巍, 等. 基于深度学习的虚拟仿真实验项目教学质量评价体系构建[J]. 成都师范学院学报, 2023, 39(1): 71-79.
- [7] 刘金库, 葛云晓, 黄婕, 等. 虚拟仿真实验教学课程: 数字赋能工程能力培养新模式[J]. 高等工程教育研究, 2023(3): 85-88+113.
- [8] 段晓红, 牛天勇, 林芳. 虚拟仿真实验在创新创业教育中的应用[J]. 现代商贸工业, 2022, 43(24): 246-248.
- [9] 程云, 彭景贤, 岳淑芬, 等. 基于虚拟仿真实验平台线上线下虚实结合在组织学实验教学中的应用[J]. 包头医学院学报, 2021, 37(7): 114-117.
- [10] 刘桂开, 刘江涛. 计算机网络在线虚拟仿真与实验评价管理相结合探讨[J]. 中国教育信息化, 2019(24): 29-33.
- [11] 郭学涛, 余小琴, 黄道芬, 等. 用户视角下在线教学平台的优缺点分析[J]. 中国林业教育, 2021, 39(2): 1-4.
- [12] 荆云梅. 试论药物制剂设备与车间工艺设计[J]. 名医, 2019(4): 259.
- [13] 蒋博雅. 生命周期碳审计的轻型装配式建筑优化设计实验教学[J]. 华中建筑, 2020, 38(11): 33-38.
- [14] 段肖阳. 高校教师教学评价的范式转向——基于第四代评价理论的分析[J]. 教师教育学报, 2021, 8(6): 83-89.
- [15] 董静兰, 刘彦丰, 李冶, 等. 以课堂效果为核心的高校课堂教学质量评价体系探索[J]. 中国电力教育, 2022(12): 75-76.
- [16] 丁艳, 万千一. 高校教学质量评价体系存在的问题研究综述[J]. 创新创业理论研究与实践, 2021, 4(8): 3-6.