

食品微生物检测技术在数智化驱动下的创新与应用

曹雪婷 郑韵 胡梦婷

重庆轻工职业学院, 重庆 401329

摘要: 随着数智化时代的到来, 食品微生物检测领域正面临前所未有的机遇与挑战。数智化技术的应用不仅提升了传统检测方法的准确性、灵敏度和效率, 还实现了检测数据的实时传输与分析, 为食品安全监管提供了强有力的支持。本文基于现有研究成果, 将重点探讨在数智化背景下, 食品微生物检测技术在教学和企业中的最新发展趋势, 并从职业院校教学实践的角度, 分析数智化食品微生物检测技术如何融入职业教育体系。研究显示, 数智化技术在教学中的应用显著增强了学生的技术应用能力和创新思维, 为培养适应食品行业数字化转型的高素质技术技能人才提供了有效途径。

关键词: 食品微生物检测; 数智化技术; 职业教育教学; 虚拟仿真; 校企协同

Innovation and Application of Food Microbial Detection Technology Driven by Digital Intelligence

Cao,Xueting Zheng,Yun Hu,Mengting

Chongqing Vocational College of Light Industry, Chongqing, 401329, China

Abstract: With the advent of the digital intelligence era, the field of food microbial detection is facing unprecedented opportunities and challenges. The application of digital intelligence technology not only improves the accuracy, sensitivity, and efficiency of traditional detection methods but also enables real-time transmission and analysis of detection data, providing strong support for food safety supervision. Based on existing research results, this paper focuses on discussing the latest development trends of food microbial detection technology in teaching and enterprises in the context of digital intelligence. From the perspective of teaching practice in vocational colleges, it analyzes how digital intelligent food microbial detection technology can be integrated into the vocational education system. The research shows that the application of digital intelligence technology in teaching significantly enhances students' technical application ability and innovative thinking, providing an effective way to cultivate high-quality technical and skilled talents who can adapt to the digital transformation of the food industry.

Keywords: Food microbial detection; Digital intelligence technology; Vocational education teaching; Virtual simulation; School-enterprise collaboration

DOI: 10.62639/sspis16.20250204

食品微生物检验是食品安全防控的重要组成部分, 技术革新对公众健康至关重要。随着食品安全标准的提升, 微生物污染风险在食品供应链中始终存在^[1]。推进检验技术与智能技术融合, 构建快速检测体系, 成为强化监管的必然选择。职业教育机构需将先进检测技术纳入教学, 但目前教学内容更新慢、设施落后、人才规格与企业需求不匹配。研究提出通过虚拟仿真与实操训练互补, 创新育人机制, 优化人才培养模式, 支撑食品产业智能化改造^{[2][3]}。

一、传统食品微生物检测技术的应用

传统食品微生物检测技术依赖多学科原理, 用于检测食品中的微生物污染, 确保食品安全^[4]。当前职业院校的食品微生物检测课程主要采用“理论讲解+基础实验”的教学方式。在常规的

教学内容中, 学生通过学习和掌握显微观察、无菌操作、培养技术和生理生化试验等方法, 逐步实现从认识微生物到培养微生物, 再到应用微生物的递进式学习过程。教学设备老旧且单一, 实训项目多集中于验证性实验上。尽管这种教学模式能够确保学生的基础技能训练, 但也存在检测周期长、技术更新慢、缺乏数据管理等问题。

在企业中, 常用的评估食品卫生质量的方法包括平板菌落计数法、生化鉴定试剂盒以及血清学试验等, 虽可靠但耗时。行业对数智化检测人才需求增加, 要求复合型能力、快速响应和质量追溯能力, 而职业院校在这些方面培养不足, 供需差距明显。

因此, 重构教学体系以适应行业发展需求迫在眉睫。食品行业对数智化检测人才的需求呈现出以下三个新特征: 首先, 复合型能力要求从业者同时掌握微生物学、数据分析及智能设备操作

(稿件编号: IS-25-4-1017)

作者简介: 曹雪婷(1994-), 女, 汉族, 籍贯: 重庆, 硕士, 助教, 研究方向: 食品检测技术。

郑韵(1987-), 女, 汉族, 籍贯: 河北保定, 硕士, 讲师, 研究方向: 食品科学。

胡梦婷(1990-), 女, 汉族, 籍贯: 重庆, 本科, 讲师, 研究方向: 食品科学。

基金项目: 本项目受重庆轻工职业学院: “以岗位能力为导向构建课程内容的研究探索—以食品微生物实验为例”项目的资助, (项目编号: QGZYJGYB202308)。

技能;其次,快速响应能力意味着需要具备现场快速检测和即时数据分析的能力;最后,质量追溯能力则强调掌握区块链等追溯技术的应用^[7]。

二、数智化在食品微生物检测中的应用

(一) 图像识别与分析技术

1. 技术原理与产业应用

基于计算机视觉与深度学习算法的微生物图像识别技术正在革新传统的检测流程。以泰林全自动菌落计数工作站为例,其关键技术进步主要表现在以下几个方面:

1) 动态生长监测:通过时间序列图像采集,记录菌落0-48小时生长曲线;

2) 多维度特征提取:提取菌落形态(直径、边缘)、颜色(RGB值)、纹理(GLCM特征)等32项参数;

3) 智能分类算法:采用改进的YOLOv5模型,实现杂质(如气泡、培养基结晶)与目标菌落的精准区分,准确率达99.3%,实现批量化平板培养及精确菌落计数^[8]。

产业应用数据显示,该技术使单批次检测时间从传统72小时缩短至18小时,人工干预减少80%,特别适用于乳制品、肉制品等高频次检测场景。

2. 职业教育教学设计

职业教育教学设计中融入图像识别技术,构建“三阶递进”模块:基础实训使用Python+OpenCV处理图像,虚拟仿真用Unity3D模拟污染场景,真实项目参与企业微生物监控。^[10]

3. 教学评价体系

为了确保高质量的人才输出,教学评价体系强调“双维度-四指标”,教育维度下的人才培养质量以及产业维度下的服务产业能力,涵盖人才培养和服务产业能力,确保理论与实践结合,引进有经验的教师,深化校企合作,关注毕业生就业质量,形成闭环评估机制。

学校应优化课程体系,确保理论与实践相结合。引进具有丰富行业经验的教师,并为现有教师提供持续的职业发展机会。组织教师参加研讨会和企业实习,邀请企业专家分享经验,拓宽学生视野。校企合作方面,双方可以通过共建实训基地、联合开展科研项目等方式,实现资源共享和优势互补。毕业生就业质量是检验职业教育成果的重要标准。学校应建立完善的就业服务体系,积极拓展就业渠道,帮助毕业生顺利进入理想的工作岗位。同时,关注毕业生的职业发展轨迹,定期进行跟踪调查,了解他们在工作岗位上的表现和成长情况。通过对毕业生就业质量的持续监测,可以发现并改进教育教学中存在的问题,提升人才培养的质量。

这一闭环评估机制有助于解决产教融合表面化的问题,使职业教育更精准地满足地方经济转型和升级的需求。通过优化课程设置、加强教师队伍建设和深化校企合作以及提高毕业生就业质

量,学校可以培养更多符合市场需求的高素质技术技能人才,推动区域经济的可持续发展。

(二) 自动化检测设备与系统

现代自动化检测系统正朝着模块化与智能化方向发展,借助光电传感器和图像处理系统等先进科技手段,能够实现对食品样本中的微生物菌落进行自动识别、计数及分类。该系统整合了分光光度法、新型农药残留检测、胶体金检测、荧光检测等多种功能模块,并结合数字化管理模块,可检测超过200项食品安全指标,涵盖兽药残留、农药残留、非法添加剂以及细菌数量等,从而显著提升检测效率并降低检测成本^[9]。通过与企业合作,开设新型仪器设备教学课程,使学生逐步掌握从基础认知到虚拟操作、再到真实设备操作,最后达到系统集成的四级实训体系。

(三) 实验室信息管理系统(LIMS)

“基础认知-虚拟操作-真实设备-系统集成”四级实训体系实现了实验室检测流程的信息化管理,包括样品登记、任务分配、结果录入和报告生成等环节。此外,该系统还支持与检测设备的即时通讯和信息互联,确保检测结果的准确性和数据的可追溯性^[12]。

通过对课程开发实践,构建了“理论-仿真-实战”三位一体的课程体系,将数智化检测技术深度融入教学中,实现了技术迭代与人才培养同步发展的良性循环,为食品行业输送了大量掌握前沿检测技术的复合型人才^[15]。

三、数智化食品微生物检测技术的未来发展趋势

(一) 技术创新

在当今科技飞速发展的时代,数智化浪潮正在深刻变革着各个领域。首先,分子生物学技术如基因芯片、多重PCR和高通量测序技术的发展,使得多种微生物的快速、准确检测成为可能,提升了检测的灵敏度和特异性。其次,纳米技术的应用也在不断深化,纳米材料修饰的生物传感器可以提高检测灵敏度和特异性,实现更低浓度微生物的检测,同时缩短检测时间,提高效率。此外,生物传感器技术不断创新,结合人工智能和大数据分析,实现了食品中微生物的实时监测和智能化分析,提高了检测的准确性和可靠性。微流控技术的进步也进一步提高了检测的集成度,使用微流控芯片可以快速、准确地检测食品中的微生物,减少样品和试剂消耗,降低检测成本。

(二) 智能化发展

后续发展中,食品微生物检测设备将更加智能化,自动化操作、数据分析和远程监控等功能是标配。例如,智能化微生物限度仪将集成先进的传感器、数据处理和自动化控制技术,自动完成样品采集、处理、检测和数据分析全过程,降低操作难度和人力成本。设备还将配备高精度传感器和数据处理系统,确保检测结果的准确性和可靠性,并通过物联网技术实现远程监控和故障

诊断, 利用云计算存储和分析实验数据, 便于科研人员共享和协作研究, 提高检测效率和质量。低温培养箱也将向智能化方向发展, 通过集成的传感器和控制系统, 精确控制温度、湿度等环境因素, 并通过数据分析优化培养条件。结合机器人技术和自动取样系统, 实现接种到检测的全自动化操作, 减少人为误差, 提升工作效率。此外, 增加光谱分析、PCR扩增等功能模块, 形成一体化的食品微生物检测平台。高智能食品微生物综合分析仪也将不断升级, 集多功能于一体, 提供更强大的技术支持, 适用于多种食品样品的检测, 为食品生产企业、检验检疫部门、高校和科研院所提供便捷的检测手段。设备将配备更大尺寸的液晶触摸屏和更先进的操作系统, 提升用户体验^[14]。

(三) 融合创新的可能性

随着科技的进步, 食品微生物检测领域的新技术与传统技术融合具有巨大潜力。例如, 分子生物学、纳米技术和生物传感器技术可以与传统的培养法、镜检法相结合, 提高检测准确性和效率。还可以与信息技术融合, 建立微生物检测大数据平台, 收集和分析大量检测数据, 利用人工智能算法预测和预警微生物种类、数量和生长趋势。信息化技术的发展为传统食品微生物检验平台课程提供了创新机会, 如线上线下混合教学平台和仿真操作软件的应用, 结合教师现场演示和学生模拟操作, 提高实践操作的重现性和检测效果。因此, 在食品微生物检测领域, 技术融合与模式创新可以从三个层面展开, 形成“技术协同—数据驱动—教学升级”的立体化发展路径:

1. 技术融合: 构建多模态检测体系。校企可联合建立“新老技术对比案例库”, 纳入教学实训项目, 培养学生技术适配与综合应用能力。

2. 数据融合: 打造智能分析平台

依托产教融合型企业, 共建区域性微生物检测数据中心, 整合企业生产过程数据、实验室检测数据与流行病学数据库。开发AI辅助决策系统, 实现三重功能: 风险预测、溯源分析、教学仿真^[16]。

3. 教学模式融合: 虚实联动的实训体系

构建“3D虚拟实验室+实体操作+真实工单”的混合教学模式。

最后进行标准衔接, 将国际检测标准(如AOAC、ISO)与新技术操作规范融入课程认证体系; 资源配套, 校企共建“新技术转化基金”, 按企业需求定制模块化实训包; 评价创新, 引入“技术融合度”考核指标, 动态评估学生在新旧技术组合应用和数据交叉验证等方面的表现。

通过上述路径, 职业教育可形成“技术迭代响应—数据赋能教学—人才反哺产业”的良性循环, 使检测技术融合创新真正转化为教学质量提升和行业服务能力升级的双重动能。

四、结论

展望未来, 食品微生物检测技术的智能化和

数字化转型将形成双向赋能的新格局。一方面, AI、区块链和物联网使检测设备实现智能化升级, 构建全链条动态监测系统; 另一方面, 数字技术重塑食品专业教学模式, 通过虚拟仿真实验平台和AI个性化学习系统培养学生的数据决策能力。这种数智化人才培养模式的确立, 为全球食品安全治理提供了可持续的人才保障。当新一代具备数字素养的技术人员成为行业主力时, 他们不仅能更高效地运用CRISPR快速检测、生物传感器阵列等尖端技术来加强食品安全防线, 其创新思维还将推动国际检测标准的协同制定和技术突破, 最终形成“技术迭代—人才升级—产业发展”的良性生态系统。

参考文献:

- [1] 中国居民营养素核心信息[J]. 中国食物与营养, 2021, 27(5):2.
- [2] 中国食品工业协会. 2023年中国食品检测行业数字化转型白皮书[R]. 北京:CFIA, 2023.
- [3] 中国职业技术教育学会. 职业教育食品专业发展报告(2023)[R]. 北京:高等教育出版社, 2023:45-48.
- [4] 甘美玲. 食品安全中微生物计量的检测方法研究[J]. 食品安全导刊, 2024, (33):138-140.
- [5] 许子刚. 食品微生物检验的内容及检测技术探讨[J]. 中国食品, 2023, (14):78-80.
- [6] 许景成. 食品微生物检测技术探讨[J]. 食品安全导刊, 2023, (09):164-166.
- [7] 李雪梅, 等. 食品检测人才数智化能力缺口调研分析[J]. 食品与机械, 2023, 39(5):89-94.
- [8] 江如蓝, 雷结语, 陈文礼, 等. 基于人工智能感官技术的中药质量控制方法研究进展[J]. 药学前沿, 2024, 28(11):550-556.
- [9] 樊翔宇, 代琦. 基于改进YOLOv5的菌落计数算法研究[J]. 软件工程, 2024, 27(10):34-38.
- [10] Bradski, G., & Kaehler, A. LearningOpenCV: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library [M]. 3rd ed. O'ReillyMedia, 2020:127-153.
- [11] 王振华, 等. “虚实结合”的食品微生物检测课程改革实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(3):45-49.
- [12] 陈俊羽. 信息化技术在食品检验检测中的应用探究[J]. 食品安全导刊, 2024, (28):125-127+131.
- [13] 郭亦然. 新型食品微生物检测技术的应用策略[J]. 中外食品工业, 2024, (12):49-51.
- [14] 陈颜娇. 农产品质量安全控制现状及控制策略[J]. 现代农村科技, 2024, (12):23-24.
- [15] 国家市场监督管理总局. 食品微生物检测实验室信息管理系统(LIMS)建设规范:GB/T39382-2023[S]. 北京:中国标准出版社, 2023.
- [16] 王建军, 李晓红. 虚拟仿真技术在食品检测实训中的应用研究[J]. 中国职业技术教育, 2021(28):45-50.
- [17] 刘振宇, 王晓东, 李国栋. 基于深度学习的微生物菌落智能识别算法研究[J]. 食品科学, 2022, 43(12):245-251.