

食品微生物检测技术的应用与改进

蔡健鑫

绿城农科检测技术有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 食品微生物检测技术是保障食品安全的关键环节,对于预防食源性疾病、监控食品生产过程以及维护消费者健康至关重要。本文详细阐述了食品微生物检测技术的多种应用,涵盖传统培养法、免疫学检测技术、分子生物学检测技术等在各类食品检测中的具体实践。同时,深入分析了当前食品微生物检测技术面临的挑战,如检测灵敏度与特异性有待提高、检测时间较长、检测成本较高等问题。针对这些问题,提出了一系列改进策略,包括技术创新、方法优化、多技术融合以及智能化发展等方向。研究表明,通过不断改进和完善食品微生物检测技术,能够更快速、准确地检测食品中的微生物,提高食品安全检测水平,为食品行业的健康发展提供有力支持。

关键词: 食品微生物检测技术;应用;改进

DOI: 10.63887/fns.2025.1.2.11

引言

随着人们生活水平的提高,食品安全问题日益受到关注。食品中的微生物污染是导致食品安全事故的主要原因之一,常见的致病微生物如沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌 O157:H7 等,可引发食物中毒、肠道传染病等疾病,严重威胁消费者的身体健康。因此,准确、快速地检测食品中的微生物对于保障食品安全至关重要。食品微生物检测技术作为食品安全检测的重要手段,不断发展与完善,以满足日益严格的食品安全监管要求。

保障消费者健康: 及时检测出食品中的致病微生物,能够有效防止受污染食品流入市场,减少食源性疾病的发生,保护消费者的身体健康和生命安全。

规范食品生产: 在食品生产过程中,通过微生物检测技术对原材料、半成品和成品进行监控,有助于企业及时发现生产环节中的卫生问题,采取相应的改进措施,提高食品生产的质量和安全性。

促进食品贸易: 严格的食品微生物检测标准是国际食品贸易的重要准则。完善的检测技

术能够确保出口食品符合进口国的要求,促进食品贸易的顺利进行,提升我国食品在国际市场上的竞争力。

推动食品安全学科发展: 对食品微生物检测技术的研究与应用,能够推动食品安全相关学科的发展,为食品安全领域培养专业人才,促进食品安全技术的不断创新。

1 食品微生物检测技术的应用

1.1 传统培养法

传统培养法是基于微生物在特定培养基上的生长特性来进行检测的方法。其基本步骤包括样品的采集与处理、增菌培养、分离培养、纯培养以及鉴定。首先,从食品样品中采集适量样本,经过适当的稀释处理后,接种到选择性增菌培养基中,使目标微生物得到增殖。然后,将增菌后的培养物接种到分离培养基上,通过划线分离等方法使单个微生物细胞形成独立的菌落。挑取可疑菌落进行纯培养,最后通过形态观察、生理生化试验等手段对微生物进行鉴定^[1]。

传统培养法广泛应用于各类食品的微生物检测,如肉制品、乳制品、饮料等。在肉制

品检测中,可用于检测沙门氏菌、金黄色葡萄球菌等致病菌;在乳制品检测中,常用于检测大肠菌群、霉菌和酵母菌等微生物指标;在饮料检测中,可检测细菌总数、大肠菌群等,以评估饮料的卫生质量。

优点是结果准确可靠,能够对微生物进行定性和定量分析,且成本相对较低。缺点是检测时间较长,一般需要几天甚至数周才能得出结果,无法满足快速检测的需求;操作过程较为繁琐,需要专业的技术人员和较多的实验设备;对于一些生长缓慢或难以培养的微生物,检测灵敏度较低。

1.2 免疫学检测技术

1.2.1 酶联免疫吸附试验(ELISA)

原理:ELISA 是基于抗原-抗体特异性结合的原理,将抗原或抗体固定在固相载体表面,加入待检样品和酶标记的抗原或抗体,经过温育和洗涤后,加入酶的底物,酶催化底物发生显色反应,通过测定显色产物的光密度值来判断样品中目标微生物的存在与否及含量。

应用:在食品微生物检测中,ELISA 常用于检测食品中的致病菌毒素,如黄曲霉毒素、赭曲霉毒素等真菌毒素,以及沙门氏菌、李斯特菌等致病菌的抗原。例如,在粮食及其制品中检测黄曲霉毒素 B1,该方法具有较高的灵敏度和特异性^[2]。

优缺点:优点是灵敏度高、特异性强、操作相对简便、可进行批量检测。缺点是可能会受到样品中其他物质的干扰,出现假阳性或假阴性结果;酶标记物的活性可能会受到环境因素的影响,导致检测结果不稳定。

免疫荧光技术

原理:免疫荧光技术是利用荧光素标记的抗体与样品中的抗原结合,在荧光显微镜下观察荧光信号,从而检测目标微生物。荧光素在特定波长的激发光照射下发出荧光,通过荧光信号的强度和分布来判断抗原的存在和数量。

应用:可用于快速检测食品表面的微生物,如检测生鲜食品表面的李斯特菌、大肠杆菌 O157:H7 等。该方法能够在较短时间内对样品进行初步筛查,适用于现场检测和大规模样品的快速筛选。

优缺点:优点是检测速度快、直观性强,能够快速定位目标微生物。缺点是需要使用荧光显微镜等特殊设备,成本较高;荧光标记物可能会发生淬灭,影响检测结果的准确性。

1.3 分子生物学检测技术

1.3.1 聚合酶链式反应(PCR)技术

原理:PCR 技术是一种在体外快速扩增特定 DNA 片段的方法。它通过设计一对特异性引物,在 DNA 聚合酶的作用下,以样品中的 DNA 为模板,经过变性、退火、延伸等多个循环,使目标 DNA 片段呈指数级扩增。扩增产物可通过凝胶电泳等方法进行检测和分析。

应用:在食品微生物检测中,PCR 技术可用于检测各种致病菌的 DNA,如检测肉类中的沙门氏菌、水产品中的副溶血性弧菌等。该方法具有极高的灵敏度和特异性,能够检测出极低含量的目标微生物。例如,采用实时荧光定量 PCR 技术检测食品中的单核细胞增生李斯特氏菌,不仅灵敏度高,还能对微生物进行定量分析^[3]。

优缺点:优点是灵敏度高、特异性强、检测速度快,能够在几小时内完成检测。缺点是对实验操作要求较高,需要严格防止污染,否则容易出现假阳性结果;设备成本和试剂成本相对较高。

基因芯片技术

原理:基因芯片技术是将大量已知序列的核酸探针固定在固相支持物上,与标记的样品核酸进行杂交,通过检测杂交信号的强度和分布,对样品中的微生物进行快速、准确的检测和鉴定。基因芯片可以同时检测多种微生物的基因序列,具有高通量的特点。

应用：可用于对食品中多种致病菌的同时检测，如检测乳制品中可能存在的多种致病菌，包括沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌 O157:H7 等。该方法能够大大提高检测效率，适用于对复杂食品样品中微生物的全面筛查。

优缺点：优点是高通量、高灵敏度、高特异性，能够一次性检测多种目标微生物。缺点是基因芯片的制作成本高，技术复杂，对实验人员的技术水平要求较高；数据的分析和解读也需要专业的软件和知识。

1.4 生物传感器技术

1.4.1 原理

生物传感器是一种将生物识别元件与信号转换器相结合的分析装置。生物识别元件能够特异性地识别目标微生物或其代谢产物，信号转换器则将生物识别元件产生的生物信号转换为可测量的电信号、光信号等，从而实现目标微生物的检测。常见的生物识别元件有抗体、核酸、酶等，信号转换器包括电化学传感器、光学传感器等^[4]。

应用

在食品微生物检测中，生物传感器可用于快速检测食品中的微生物数量或某些特定成分。例如，利用酶生物传感器检测食品中的细菌总数，通过酶与细菌代谢产物之间的反应产生电信号，根据电信号的强度确定细菌数量。该方法具有检测速度快、操作简便的优点，适用于食品生产过程中的实时监控。

1.4.2 优缺点

优点是检测速度快、灵敏度高、可实现实时在线检测，且设备相对简单，便于携带，适合现场检测。缺点是生物识别元件的稳定性和寿命有限，可能会受到环境因素的影响；目前生物传感器的检测范围相对较窄，对于一些复杂样品中的微生物检测还存在一定的局限性。

2 食品微生物检测技术面临的挑战

2.1 检测灵敏度与特异性问题

2.1.1 灵敏度不足

在一些食品样品中，目标微生物的含量可能非常低，传统的检测技术可能无法检测到。例如，在经过严格加工处理的食品中，致病菌的数量可能极少，现有的检测方法可能因灵敏度不够而出现漏检的情况，从而给食品安全带来潜在风险。

特异性欠佳

食品样品中成分复杂，可能存在与目标微生物相似的物质或其他微生物，导致检测过程中出现交叉反应，影响检测结果的准确性。例如，在使用免疫学检测技术时，样品中的某些蛋白质或其他抗原可能与抗体发生非特异性结合，产生假阳性结果。

2.2 检测时间较长

传统培养法从样品采集到得出检测结果通常需要较长时间，这对于一些对时间要求较高的食品生产和流通环节来说，无法及时发现问题并采取措施。例如，在生鲜食品的生产 and 销售过程中，快速的微生物检测结果对于保证食品的新鲜度和安全性至关重要，但传统方法往往不能满足这一需求。分子生物学检测技术虽然相对较快，但仍需要一定的时间进行核酸提取、扩增和检测等步骤。

2.3 检测成本较高

一些先进的食品微生物检测技术，如基因芯片技术、实时荧光定量 PCR 技术等，需要昂贵的仪器设备和试剂，导致检测成本居高不下。这对于一些小型食品企业和基层检测机构来说，难以承担大规模的检测费用，限制了这些先进技术的广泛应用^[5]。

2.4 技术标准化与规范化不足

目前，食品微生物检测技术缺乏统一、完善的技术标准和规范。不同的检测机构和实验

室可能采用不同的检测方法和操作流程,导致检测结果之间缺乏可比性。此外,对于一些新型检测技术的验证和评估体系还不够完善,影响了检测技术的推广和应用。

2.5 人员素质与技术水平要求高

先进的食品微生物检测技术需要专业的技术人员进行操作和分析。然而,目前一些检测机构和食品企业存在技术人员短缺、技术水平参差不齐的问题。技术人员对检测技术的掌握程度不够,可能导致实验操作不规范、结果分析不准确等情况的发生。

3 食品微生物检测技术的改进策略

3.1 技术创新

3.1.1 开发新型检测试剂

研发具有更高灵敏度和特异性的检测试剂,如新型的抗体、核酸探针等。通过基因工程、蛋白质工程等技术手段,对抗体和核酸探针进行改造和优化,提高其与目标微生物的结合能力和抗干扰能力,降低假阳性和假阴性结果的发生概率。

3.1.2 探索新的检测原理和方法

结合纳米技术、微流控技术等新兴领域的研究成果,开发基于新原理的食品微生物检测技术。例如,利用纳米材料的特殊性质,如高比表面积、良好的生物相容性等,制备新型的生物传感器,提高检测的灵敏度和稳定性;微流控技术可以实现样品的精确控制和快速分析,将多种检测步骤集成在微小的芯片上,大大缩短检测时间^[6]。

3.2 方法优化

3.2.1 改进传统培养法

对传统培养法的培养基配方、培养条件等进行优化,提高目标微生物的生长速度和分离效率。例如,开发新型的选择性增菌培养基,能够在更短的时间内使目标微生物得到充分增殖;采用自动化培养设备,实现对培养过程的精确控制,减少人为误差。

3.2.2 优化分子生物学检测技术

在 PCR 技术中,优化引物设计、反应体系和扩增条件,提高扩增效率和特异性。例如,采用巢式 PCR、多重 PCR 等技术,进一步提高检测的灵敏度;对于基因芯片技术,改进芯片的制作工艺和杂交条件,提高芯片的稳定性和检测准确性。

3.3 多技术融合

3.3.1 免疫学技术与分子生物学技术结合

将免疫学检测技术的高特异性与分子生物学检测技术的高灵敏度相结合,发挥两种技术的优势。例如,先采用免疫学方法对样品进行快速筛查,筛选出可疑样品,再利用分子生物学技术进行确证检测,提高检测效率和准确性。

3.3.2 生物传感器技术与其他技术集成

把生物传感器技术与微流控技术、信息技术等集成在一起,构建智能化的微生物检测系统。微流控技术可以实现对样品的精确处理和输送,提高检测的自动化程度;信息技术则可以对检测数据进行实时传输、分析和处理,实现远程监控和快速决策。

结语

本文对食品微生物检测技术的应用与改进进行了深入研究。介绍了传统培养法、免疫学检测技术、分子生物学检测技术和生物传感器技术等多种检测技术在食品微生物检测中的应用情况,分析了这些技术存在的检测灵敏度与特异性不足、检测时间长、检测成本高等问题。针对这些问题,提出了技术创新、方法优化、多技术融合、智能化发展以及加强技术标准与规范化建设、提高人员素质与技术水平等改进策略。通过实际案例分析验证了改进策略的有效性,表明采取合理的改进措施能够显著提高食品微生物检测的效率和准确性,保障食品安全。

参考文献

- [1] 韩学霞. 食品检验中的微生物标准化检测技术探究[J]. 中国标准化, 2025, (02): 173-175.
- [2] 张爱萍, 崔成祥. 食品微生物检验质量的影响因素与控制措施[J]. 食品安全导刊, 2024, (24): 33-36.
- [3] 杨丽娟. 食品微生物检验质量的影响因素及其控制措施浅析[J]. 中外食品工业, 2024, (13): 81-83.
- [4] 李艳, 王慧欣, 白俊花, 等. 浅析食品微生物检验菌种标准化管理[J]. 现代食品, 2024, 30(04): 33-35.
- [5] 冯琦, 王婷, 杨利, 等. 试析食品检验中的微生物标准化检测技术[J]. 中国标准化, 2023, (16): 154-157.
- [6] 万礁峰. 试析标准化食品检验中的微生物检测技术[J]. 中国标准化, 2016, (15): 11+13.