

食品微生物检验及实验室质量控制

范 蕊, 阿依努尔·阿娜比亚, 曹雪琴, 李肖璇, 于文蛟*

(新疆维吾尔自治区分析测试研究院, 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 食品微生物检验对确保食品安全具有重要作用。食品微生物检测是保证食品质量安全的重要手段, 随着人类生活质量不断提高, 食品安全已经成为社会各界关注的重点。微生物检测工作的科学开展能够有效提升食品安全, 对我国现代食品行业发展具有不可或缺的重要价值。本文主要介绍了食品微生物检验的主要内容及特点、检测技术及方法、食品微生物实验室质量控制措施等, 以期为本行业工作人员提供可靠的理论依据。

关键词: 食品微生物; 检验检测; 质量控制

Food microbiological inspection and laboratory quality control

FAN Rui, AHINUR Anabiya, CAO Xue-Qing, LI Xiao-Xuan, YU Wen-Jiao*

(Xinjiang Uygur Autonomous Region Research Institute of Analysis and Testing, Urumchi 830011, China)

ABSTRACT: Food microbiological inspection plays an important role in ensuring food safety, and is an important means to ensure food quality and safety. As the quality of human life continues to improve, food safety has become the focus of attention from all walks of life. The scientific development of microbiological inspection can effectively improve food safety and is of indispensable value for the development of my country's modern food industry. This article mainly introduced the main content and characteristics of food microbiological inspection, detection technology and methods, and food microbiological laboratory quality control measures, so as to provide a reliable theoretical basis for workers in the industry.

KEY WORDS: food microbiology; inspection and testing; quality control

0 引 言

近年来, 食品安全事件频发和环境污染日益加剧给人们的健康带来较大威胁, 食品安全成为一项基本民生问题, 同时是世界范围内广泛关注的共同问题。随着人类饮食方式、环境污染、生态破坏、食品生产模式的改变, 食品被各种外来媒介污染的因素逐渐增多。近年来, 食品安全事件频出, 如我国已多次从冷冻进口海产品中发现新冠病毒, 不仅影响人体生命健康, 而且可能阻碍社会经济发展。据世界卫生组织统计, 在过去 10 年中, 各大洲均爆发过严重的食源性疾病疫情, 并因全球化贸易而扩大, 每年

全世界约有 6 亿人因食用受污染的食品而患病, 并有 42 万人死亡。其中, 腹泻是最常见的食源性病症, 每年有约 5.5 亿人患病, 23 万人死亡^[1-3]。食源性疾病对全球公共卫生以及粮食和营养安全影响较大, 病原体的存在对人类、动物和环境健康构成威胁。

食品安全有助于实现全球发展以及人类营养和健康目标方面的成果^[4]。食品微生物检测作为食品检测的重要指标之一, 是食品安全质量管理要素中不可缺少的环节和手段, 是判定被检食品是否符合食用标准的手段之一。因此, 控制食品微生物检测各个环节质量要素, 能够显著降低食品安全问题, 对食品安全、人类健康及经济发展具有

*通信作者: 于文蛟, 实验师, 主要研究方向为食品安全与检测。E-mail: 3047665049@qq.com

*Corresponding author: YU Wen-Jiao, Experimentalist, Xinjiang Academy of Analysis and Testing, No. 374, Science Second Street, Urbanarea, Urumqi 830011, China. E-mail: 3047665049@qq.com

重要的意义。

食品安全是国内生产、消费和国际贸易的关键要素。食品安全问题是关系着国计民生的重要问题,提升食品的安全性、保证食品质量是维护人类健康的前提和关键。食品微生物检验方法是食品监测中必不可少的重要组成部分,在食品整体的安全管理及政府部门的日常监管中起着重要作用,是食品安全的一道控制防线^[5-6]。本文主要介绍了食品微生物检验的主要内容及特点、检测技术及方法、食品微生物实验室质量控制措施等,以期提升食品微生物的整体检验质量,为本行业工作人员提供可靠的理论依据。

1 食品微生物检验的内容及特点

我国食品微生物检验主要内容包括:菌落总数、大肠菌群、致病菌、霉菌及其毒素等食品微生物指标。菌落总数、大肠菌群数是衡量食品卫生学指标是否合格的重要指标。致病菌主要包括金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、阪崎肠杆菌、铜绿假单胞菌、李斯特氏菌、副溶血性弧菌等。近年来,《国家食品安全监督抽检实施细则(2018—2021年版)》越来越重视食品微生物项目的检测,几乎所有的食品大类均需要检测微生物。在一些食品种类中开展了特定的致病菌检验,包括包装饮用水中新增了“铜绿假单胞菌”,预包装熟肉制品中检测“单核细胞增生李斯特氏菌”等^[7-11]。

食品微生物检验的主要特点是具备及时性、准确性、广泛性、干扰性。在食品原材料中存在的微生物种类丰富多样,且会迅速繁殖,另外食品的保质期有限,因此,对食品微生物的检测需及时有效,确保检测数据及结果的准确可靠;也可对食品中多种微生物元素同时检测,以节约检测时间,提高检测效率。这也体现了食品微生物检测的广泛性,不仅可以检测出食品中添加的微生物,还可以检测出各种致病微生物^[12-13]。另外,食品原料中污染途径较多,对检测工作存在一定的干扰。

2 食品微生物检测方法及检测技术

食品微生物检测较传统的方法主要有:形态结构观察法、细胞培养法、生理生化鉴定实验法、血清学分型法、噬菌体分型法、毒性毒理实验法及血清试管凝集实验法等^[14]。在目前的食品微生物标准体系中,主要针对菌落总数、大肠菌群以及一些常见的致病菌,通过样品的采集、称量、均质、稀释、培养、观察,对可疑菌落继续采取培养观察法、血清凝集实验法、革兰氏染色镜检法、生理生化鉴定法等^[15-21]。这些方法检测的结果比较准确,但操作过程复杂,比较耗时。

近年来,随着现代社会发展和新时代科学技术地不断进步,新兴的分子生物学技术、太赫兹技术、表面增强

拉曼光谱(surface enhanced Raman spectroscopy, SERS)技术、代谢组学技术、免疫组化分析检测技术、生物传感器检测技术、分析化学技术及自动微生物检测系统,从根本上改变了食品微生物检测方法局势,使食品微生物检验技术向高效率、高标准、高精度和高灵敏度的方向逐步发展。SERS为食品应用提供了快速、灵敏的指纹分析工具,在食品安全、质量检测、分析化学和微生物危害方面显示出广泛的应用。测序技术和生物信息学的进步正在引领食品微生物学的快速变化,尤其是DNA探针、PCR技术的应用,明显提高了食品微生物检验工作的高效性、准确性和可靠性,同时新的诊断和检测技术已广泛应用于食品微生物检测及流行病学的研究。食品微生物检验新方法主要有:代谢学技术,包括电阻抗法、快速酶促反应及代谢产物的检测、微量生化法、放射测量技术;抗体的方法,主要有乳胶凝集反应、酶联免疫吸附法;分子生物学技术,主要有核酸探针技术、聚合酶链式反应技术;仪器法,主要有流式细胞术、免疫磁性微球、电阻电导检测器、生物梅里埃自动酶联荧光免疫测试全自动免疫分析仪、ATP生物发光法等^[22-30]。

3 食品微生物检验质量控制

食品微生物检测质量控制是生物实验室检测工作的重要环节,其在微生物检测过程中至关重要。影响食品微生物检测的质量控制要素较多,如实验室质量管理体系、实验室设计、检测人员素质、实验室环境、样品采集与保存、检测方法及检测过程、仪器设备是否检定、培养基及试剂耗材的有效性、标准菌株的合理管理等都是影响检验结果准确与否的直接因素。这些环节相互影响,保证每一个环节的质量,确保测量结果的准确可靠。

食品实验室微生物检测常规的质量控制方式有:开展空白对照、对培养基试剂及标准菌株的质控、开展盲样考核、平行实验、标准菌株阴阳性对照、留样复测、人员比对、盲样考核、仪器比对、实验室间比对等。实验室每年应根据检验检测工作量统计情况、人员情况、内部审核结果、仪器设备情况、环境状况、检验检测方法变更及查新、检测报告出现的问题等方面,及时制定适合实验室自身发展的质量管理计划,组织管理人员开展实施计划,并对质量控制结果进行评价^[9]。

3.1 实验室质量管理体系的构建

食品微生物实验室质量控制体系的规范运行,需要建立完整的实验室质量管理体系制度,通过体系、制度科学的管理实验室^[31-32],所有工作均应有相应的程序文件、工作指导书支持,检测人员的实验操作应符合操作规范,有效提升实验室检验水平和检测结果的准确性。

3.2 对人员和环境的控制

食品微生物检测人员应具备食品相关专业或者微生物学专业背景知识,应满足国家对从事食品微生物检验检测工作的任职要求,并应具备熟练的实际操作经验。在开展食品微生物检测工作时,检测人员应具备良好的职业道德,具备耐心、细心和责任心,具备较强的综合素质、技术能力,具备终身学习的理念。检测人员开展实验前应进行岗前培训,并定期开展有关微生物检测方法和生物安全方面的培训活动,不断提高自身专业素养,培养责任意识。检测人员应多参加检测技术交流会,掌握国内外先进的食品微生物检验技术研究进展,提高自身专业素质以及实验室的检测效率,进而更好地适应不断更新的检测要求。同时,检验人员需具备良好的个人卫生习惯,定期体检。在食品微生物检测质量控制过程中,对工作人员的技能水平不断提升,同时引进先进的食品微生物检测技术,使检测人员掌握全新的食品微生物检测技术,积累实验能力及分析判断能力,为食品检测提供更好的服务^[33-34]。

检测人员应严格按照食品微生物检验环境监测要求,对操作环境进行科学配置,制定完善的微生物室环境管理制度,定期检查实验所需要的温湿度以及清洁度。实验室各间的规划须符合相关标准的要求,遵循单项检测流程原则,避免检测结果交叉污染而产生误差。针对无菌操作区域,实验前必须经紫外线消毒 30 min 后进行检测工作。检测工作结束后,及时做好消杀工作,妥善处理检验后的样品及废弃物。定期开展紫外灯期间核查工作,确保食品微生物检验样品不受环境的影响,保持实验室环境整洁^[35]。

3.3 对仪器设备及试剂耗材的控制

检测人员应定期核查高压灭菌器的压力表、培养箱的温度、冰箱的温度、环境的温湿度、紫外线的消毒能力等。在监测过程中,必须具备完备的检测设备,并且正确的使用相关设备。按照检测机构《程序文件》的相关要求,定期清洁仪器设备,做好仪器设备的检定、校准、维护保养及期间核查工作。定期更换检测仪器和设备,淘汰废旧设备,确保实验数据的准确性。对检测仪器进行定期维护保养,运用先进的监控技术对食品微生物检测仪器进行全方位监控,保证仪器的稳定性,使食品微生物检测质量得到保证,提高食品的安全性。检测设备的不稳定直接导致检测人员分析和判断出现偏差或错误,影响检测结果^[36-38]。

培养基与试剂耗材对微生物培养的成败及样品的合格率构成决定性影响。同时,要保证培养基与试剂处于有效期内,并将培养基与试剂存储于满足要求的环境内,以便为检测效果提供保障。定期开展培养基与试剂的技术性验收,做好一次性耗材的验收工作。配置培养基时,按照说明指导的要求规范操作,及时灭菌处理。定期核查培养基的有效期及性能测试^[39-40]。

3.4 对方法的选择和检测过程的控制

我国与食品微生物检测有关的标准主要包括国家标准、地方标准、企业标准及行业标准。在开展检测工作时,应选择现行有效的检测标准为依据开展实验。若可供选择的检测方法有多种,需以产品明示的检测标准或客户要求的标准为主;当标准方法或权威机构发布的检验检测方法均无法满足检测要求时,则使用其他非标准方法,如超出其预定范围使用的标准方法、实验室自制方法、修改过的标准方法等。实验室在采用相关检测方法进行检测工作前,应对该方法进行验证,必要时进行方法的确认^[41-42]。

在开展食品微生物检测工作过程中,应严格按照我国食品微生物检验系列标准开展业务。按照标准规定的相关要求开展实验操作,合理进行数据处理。食品微生物检测包含了样品采集、样品运输、检测人员样品核对以及保存、样品检测及培养、结果分析、数据处理、报告生成等流程。在开展样本测试时,应严格按照相关标准进行样本处理。配制试剂时,严格按照技术标准配制,采用高压湿热灭菌法对培养基进行高温消毒。实验前对无菌室进行紫外消毒,沉降菌监测工作,检测人员做好自身防护,实验过程中注意规范操作,避免交叉污染,做好空白对照、阴阳性对照,必要时使用标准菌株对样品的阴性、阳性结果进行对照分析,确保检测结果的准确可靠。实验室监督员应对检测人员做好监督,发现问题及时整改。检测结束后,需妥善处理垃圾等废弃物。另外,需加强检测方法及技术的研发及创新工作,低成本、高效率、易操作、高准确性等优势的检测技术是未来的研究方向^[43-45]。

3.5 对样品采集和保存样品的控制

样品采集是食品微生物检验过程中的关键环节,不同的样品有不同的采集和保存方法,采样不规范或样品保存不当均会影响检测结果的准确性。样品采集应在无菌环境下开展,所使用的采样工具和容器均应是经过完全消毒,采集的样品需具有代表性,符合检验要求。采样人员应熟练操作,避免对样品进行污染,采样完成后及时记录样品信息,及时将样品存放在无菌容器中并进行标记。需即刻检测的样品应立即送回实验室开展检测,对于需要暂时存储的样品须在规定条件下放置。在样品运输环节,应避免样品在运输和存储过程中受到外界污染,避免样品外溢或微生物数量发生变化。样品从采样到送入实验室越快越好,最好 24 h 内完成检测。样品到达实验室后,实验人员应先对样品进行核对,检查外观是否完好^[46-49]。

3.6 食品微生物检测外部质量控制

食品微生物检测外部质量控制是对实验室检测水平以及实验室检测综合能力的评判。实验室外部质量控制是对食品微生物检测内部质量控制的补充,更是提高食品微

生物检测效率的重要手段。食品微生物实验室外部质量控制的主要手段有国家相关部门组织的能力验证考核、盲样考核、国家监管部门下发的监督考核盲样、实验室留样复测、仲裁检验、实验室间的比对等多重形式的考核。为确保食品微生物检测的实际质量,一般可将多种外部质量控制手段联合使用,最大程度上保障食品微生物检测的真实质量^[50-51]。

4 结束语

食品安全作为一项基本民生问题直接影响社会的发展,食品微生物检测在食品安全检验检测中至关重要的。在疫情时代,我国应提高食品检验实验室的质量控制和管理水平,不断提升食品安全检验检测综合实力。为确保食品安全与检测质量,需做好食品微生物检验质量控制工作。规范样品采集工作、提升检验人员技能水平、强化仪器设备、整理实验室内务环境、严格控制检验流程等措施,保障微生物检验结果的及时准确可靠。检测人员应将检测方法与现有的标准方法有机结合,不断优化创新检测方法,完善食品微生物质量管理体系,严格把控食品微生物检测内外部质量控制因素,确保食品微生物质量检测各个环节安全有效,提升检测质量及效率,有效保障食品安全^[10]。

参考文献

- [1] PINAR B, KEMAL K, UFUK Y. A new approach in food quality and safety [J]. Trends Food Sci Technol, 2021, 108: 49-57.
- [2] DIVYA S, SANDEEP KS, AJAY K, et al. Impacts of agrochemicals on soil microbiology and food quality [M]. America: Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation, 2020.
- [3] JESSIE L, VIPHAM, KEBEDE A, et al. No food security without food safety: Lessons from livestock related research [J]. Glob Food Secur-Agric, 2020, 26: 100324.
- [4] LÓPEZ A, BAGUER B, ORMAD MP, et al. Assessment of the methodologies used in microbiological control of sewage sludge [J]. Waste Manage, 2019, 96: 168-174.
- [5] ERHAN I, NURCAN C. Food safety and irradiation related sanitary and phytosanitary approaches-Chinese perspective [J]. Radiat Phys Chem, 2021, 181: 109324.
- [6] PEDRO ED. Challenges, trends and opportunities in food processing [J]. Curr Opin Food Sci, 2020, 35: 72-78.
- [7] 刘思超, 徐励琴, 罗泽燕, 等. 223 份桶装天然矿泉水和包装饮用水中铜绿假单胞菌的检测结果分析[J]. 预防医学情报杂志, 2016, (10): 1071-1075.
LIU SC, XU LQ, LUO ZY, et al. Detection of *Pseudomonas aeruginosa* in 223 samples of barreled natural mineral water and packaged drinking water [J]. J Prev Med Intell, 2016, (10): 1071-1075.
- [8] 钟菲菲. 包装饮用水铜绿假单胞菌的污染与预防[J]. 现代食品, 2017, 1: 88-90.
ZHONG FF. Pollution and prevention of *Pseudomonas aeruginosa* in packaged drinking water [J]. Mod Food, 2017, 1: 88-90.
- [9] 邓军. 包装饮用水中铜绿假单胞菌的检测方法[J]. 现代食品, 2016, 1(1): 104-105.
DENG J. Detection method of *Pseudomonas aeruginosa* in packaged drinking water [J]. Mod Food, 2016, 1(1): 104-105.
- [10] 田静, 樊永祥, 刘秀梅. 散装熟肉制品中单核细胞增生李斯特菌的定量风险评估[J]. 中华预防医学杂志, 2011, 45(6): 537-542.
TIAN J, FAN YX, LIU XM. Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in bulk cooked meat products [J]. Chin J Prev Med, 2011, 45(6): 537-542.
- [11] 李健平, 张剑峰, 董锐, 等. 熟肉制品中单核细胞增生李斯特菌污染调查[J]. 中国卫生工程学, 2009, (6): 69.
LI JP, ZHANG JF, DONG R, et al. Investigation on contamination of *Listeria monocytogenes* in cooked meat products [J]. China Health Eng, 2009, (6): 69.
- [12] 杨葆华, 陈戈. 食品微生物检验检测实验室质量控制要素及措施[J]. 农业工程, 2020, 10(10): 59-61.
YANG BH, CHEN G. Quality control elements and measures of food microbiological inspection and testing laboratories [J]. Agric Eng, 2020, 10(10): 59-61.
- [13] 赵程. 食品微生物检验和检测技术[J]. 现代食品, 2020, (15): 120-122.
ZHAO C. Food microbiological inspection and testing technology [J]. Mod Food, 2020, (15): 120-122.
- [14] 曹静. 食品微生物检验的方法及质量控制探讨[J]. 食品安全导刊, 2018, (33): 120.
CAO J. Discussion on methods of food microbiological inspection and quality control [J]. Chin Food Saf Magaz, 2018, (33): 120.
- [15] 唐秋霞. 关于食品微生物检验方法及质量控制的探讨[J]. 现代食品, 2018, (4): 119-120, 123.
TANG QX. Discussion on food microbiological inspection methods and quality control [J]. Mod Food, 2018, (4): 119-120, 123.
- [16] 肖日春. 食品微生物检测技术及其质量控制的重要性[J]. 现代食品, 2020, (8): 63-64.
XIAO RC. The importance of food microbiological detection technology and its quality control [J]. Mod Food, 2020, (8): 63-64.
- [17] 王珊珊, 李计玲, 梁田. 食品微生物检测的方法及质量控制探析[J]. 食品安全导刊, 2020, (12): 90.
WANG SS, LI JL, LIANG T. Analysis on methods of food microbiological detection and quality control [J]. Chin Food Saf Magaz, 2020, (12): 90.
- [18] 张树振, 张志华. 食品微生物检测技术及其质量控制的重要性[J]. 食品安全导刊, 2020, (Z2): 42.
ZHANG SZ, ZHANG ZH. The importance of food microbiological detection technology and its quality control [J]. Chin Food Saf Magaz, 2020, (Z2): 42.
- [19] 张雪, 姜立娜. 食品微生物检测技术和质量控制探讨[J]. 食品安全导刊, 2019, (18): 42.
ZHANG X, JIANG LN. Discussion on food microbiological detection technology and quality control [J]. Chin Food Saf Magaz, 2019, (18): 42.
- [20] 周月梅. 食品微生物检测技术和质量控制探讨[J]. 食品安全导刊,

- 2018, (18): 86–87.
- ZHOU YM. Discussion on food microbiological detection technology and quality control [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2018, (18): 86–87.
- [21] 邓军. 食品微生物检验的方法及质量控制[J]. *现代食品*, 2017, (2): 21–22.
- DENG J. Methods and quality control of food microbiological inspection [J]. *Mod Food*, 2017, (2): 21–22.
- [22] 崔常勇, 刘明江, 李建亮. 在食品微生物检验检测中新技术的运用研究[J]. *食品安全导刊*, 2018, (Z2): 32.
- CUI CY, LIU MJ, LI JL. Research on the application of new technology in food microbiological inspection [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2018, (Z2): 32.
- [23] 姚勇芳. 食品微生物检验技术[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- YAO YF. Testing technology of food microbiological [M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [24] NARCISO M, QUIJADA MH, DAVID RL. High-throughput sequencing and food microbiology [J]. *Adv Food Nutr Res*, 2020, 91: 275–300.
- [25] XU YJ. A novel approach for food microbiology [J]. *Trac-Trend Anal Chem*, 2017, 96: 14–21.
- [26] BALAMURUGAN J, PETER GS, KATHIE G, *et al.* The use of next generation sequencing for improving food safety: Translation into practice [J]. *Food Microbiol*, 2019, 79: 96–115.
- [27] JAY M, KORDE, BALASUBRAMANIAN K. Microbiologically extracted poly (hydroxyalkanoates) and its amalgams as therapeutic nano-carriers in anti-tumor therapies [J]. *Mat Sci Eng*, 2020, 111: 110799.
- [28] GIANLUIGI C, LAURA C, VINCENT R. Next generation sequencing: problems and opportunities for next generation studies of microbial communities in food and food industry [J]. *Curr Opin Food Sci*, 2017, 17: 62–67.
- [29] LIN ZS, LILI H. Recent advance in SERS techniques for food safety and quality analysis: A brief review [J]. *Curr Opin Food Sci*, 2019, 28: 82–87.
- [30] AIFENG R, ADNAN Z, DOU F, *et al.* State-of-the-art in terahertz sensing for food and water security—A comprehensive review [J]. *Trends Food Sci Technol*, 2019, 85: 241–251.
- [31] 雷质文. 食品微生物实验室质量管理手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- LEI ZW. Handbook of quality management for food microbiology laboratory [M]. Beijing: China Standard Press, 2006.
- [32] 余慧. 浅析食品微生物检验的质量控制[J]. *食品安全导刊*, 2018, (7): 40.
- YU H. Analysis on the quality control of food microbiological inspection [J]. *Chin Food Saf Mag*, 2018, (7): 40.
- [33] 李蕊, 李玉品, 潘强. 探讨食品微生物检验的质量控制[J]. *检验检疫学刊*, 2019, 29(2): 146–147.
- LI R, LI YP, PAN Q. Discussion on the quality control of food microbiological inspection [J]. *Inspect Quarant Sci*, 2019, 29(2): 146–147.
- [34] 杨菊芬. 浅谈食品微生物检验的质量控制[J]. *食品安全导刊*, 2020, (3): 74.
- YANG JF. Discussion the quality control of food microbiological inspection [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2020, (3): 74.
- [35] 柳宏斌, 胡鹏, 王银平. 浅议食品微生物检验及其质量控制[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(9): 2624–2628.
- LIU HB, HU P, WANG YP. Discussion on the inspection and quality control of microorganism in food [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(9): 2624–2628.
- [36] 李志勇, 谢钧宪, 许龙岩, 等. 食品微生物检验的质量控制[J]. *检验检疫学刊*, 2004, 14(4): 5–9.
- LI ZY, XIE JX, XU LY, *et al.* Quality control of food microbiological inspection [J]. *Inspect Quarant Sci*, 2004, 14(4): 5–9.
- [37] 饶红, 刘来福. GB/T 27403—2008《实验室质量控制规范食品分子生物学检测》理解与实施[M]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- RAO H, LIU LF. Understanding and implementation of GB/T 27403-2008 laboratory quality control specifications for detection of food molecular biology [M]. Beijing: Standards Press of China, 2009.
- [38] 饶红, 陈广全, 冯骞, 等. 微生物实验室培养基的质量保障措施[J]. *检验检疫科学*, 2006, 16(4): 31–33.
- RAO H, CHEN GQ, FENG Q, *et al.* Quality assurance measures of microbiological laboratory culture medium [J]. *Inspect Quarant Sci*, 2006, 16(4): 31–33.
- [39] 李二卫. 食品卫生微生物学检验菌落总数测定方法的探讨[J]. *中国卫生检验杂志*, 2010, 20(8): 1940–1941.
- LI EW. Discussion on determination method of total number of bacterial colonies in food hygiene microbiology test [J]. *Chin J Health Lab Sci*, 2010, 20(8): 1940–1941.
- [40] 陈褚建, 林黎, 沈丽. 食品卫生微生物检验中培养基的质量控制浅谈[J]. *食品工程*, 2017, (2): 1–2.
- CHEN CJ, LIN L, SHEN L. Quality control of medium in food hygiene microbiological examination [J]. *Food Eng*, 2017, (2): 1–2.
- [41] 田静, 刘秀梅, 任雪琼, 等. 食品微生物学检验方法标准体系跟踪评价[J]. *中国食品卫生杂志*, 2017, (3): 351–355.
- TIAN J, LIU XM, REN XQ, *et al.* Follow-up evaluation of food microbiology inspection method standard system [J]. *Chin J Food Hyg*, 2017, (3): 351–355.
- [42] 于军. 微生物检验方法食品安全国家标准实操指南[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2017.
- YU J. Practical guidelines for national food safety standards of microbiological testing methods [M]. Beijing: Chinese Medicine Publishing House, 2017.
- [43] 郭启新, 张蕾, 张妮妮, 等. 食品微生物定量检测内部质量控制方法的应用[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11(14): 4933–4936.
- GUO QX, ZHANG L, ZHANG NN, *et al.* Application of in-ternal quality control method in food microbiological quantitative detection [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(14): 4933–4936.
- [44] 王甲芳, 周敏, 林哲. 食品微生物检验的质量控制分析[J]. *检验检疫科学*, 2020, 30(2): 125–127.
- WANG JF, ZHOU M, LIN Z. Quality control analysis of food microbiological examination [J]. *Inspect Quarant Sci*, 2020, 30(2): 125–127.
- [45] 王浩. 食品微生物检验的质量控制[J]. *现代食品*, 2020, (9): 115–16.

- 26.
- WANG H. Quality control of food microbiological examination [J]. Mod Food, 2020, (9): 115–16, 26.
- [46] 隋佳琪. 食品检测机构微生物检测实验室内部质量控制[J]. 现代食品, 2018, (18): 59–61.
- SUI JQ. Internal quality control of microorganism testing laboratory of food testing institution [J]. Mod Food, 2018, (18): 59–61.
- [47] ADAMS MR. Disciplines associated with food safety: Food microbiology [M]. Encyclopedia Food Saf, 2014, 1: 28–32.
- [48] YOGESH K. Isothermal amplification-based methods for assessment of microbiological safety and authenticity of meat and meat products [J]. Food Control, 2021, 121: 107679.
- [49] 杨云. 关于食品微生物检测问题的剖析与探讨[J]. 商品与质量, 2019, 26(36): 187–187.
- YANG Y. Analysis and discussion on the problems of food microbiological detection [J]. Commodity Qual, 2019, 26(36): 187–187.
- [50] 郭海艳, 李春林. 微生物实验室食品检验质量控制分析探讨[J]. 青海医药杂志, 2017, (1): 68–70.
- GUO HY, LI CL. Analysis and discussion on food inspection quality control in microbiology laboratory [J]. Qinghai Med J, 2017, (1): 68–70.
- [51] 田志发, 尹松鹤. 食品微生物检验的质量控制分析[J]. 食品安全导刊, 2016, (9x): 5–9.
- TIAN ZF, YIN SH. Quality control analysis of food microbiological inspection [J]. Chin Food Saf Magaz, 2016, (9x): 5–9.

(责任编辑: 王欣)

作者简介



范蕊, 硕士, 实验师, 主要研究方向为食品微生物学检测。

E-mail: ocean5678@126.com

于文蛟, 实验师, 主要研究方向为食品安全与检测。

E-mail: 3047665049@qq.com