

食品检验中微生物污染防控策略探析

陈曦

内蒙古自治区食品质量安全检验检测科学研究院，内蒙古呼和浩特，010070；

摘要：随着人们生活水平的不断提高，对食品卫生安全问题的重视程度也日益提高。在食品整个供应链体系中，每个环节都会产生微生物污染情况，且食品供应链的延长以及复杂性的增加，增加了食品微生物污染的风险的管控难度，导致人体健康受到严重的威胁。在这种情况下，需要强化食品整个供应链体系的卫生及质量安全检测，确保食品供应链各个环节微生物污染的有效管控。基于此，本文对食品检测中微生物污染防控策略进行了重点阐述，为食品安全提供安全保障。

关键词：食品检测；微生物；污染防控；策略

DOI：10.69979/3041-0673.26.05.079

食品微生物污染已经成为全品类食品安全的重要威胁因素，同时也是食品卫生及安全管控的重点。在食品供应链体系不断延长且复杂程度日益增加的情况下，食品微生物污染防控的难度也进一步增加，这就需要重视食品供应链各个环节的微生物污染防控策略的贯彻实施，有效降低食品中微生物污染导致人体健康受到威胁的情况，因此，对食品供应链各个环节微生物污染防控策略开展深入研究具有重要意义。

1 食品供应链的系统构成与核心特征

食品供应链是一个涵盖多元环节的复杂网状体系，其流程贯穿原料采收、生产加工、成品包装、仓储保鲜、物流运输，最终延伸至终端零售与消费环节（详见图1）。食品供应链条中的各环节并非孤立存在，而是呈现出紧密关联、相互依存的耦合关系，每个环节的运行状态直接决定着食品质量安全水平与供应链整体运营效能^[1]。因此，要想确保食品供应链各个环节的质量达到检测要求，需要做好供应链各个环节的微生物污染管控工作，这样才能实现全链条的食品卫生安全。

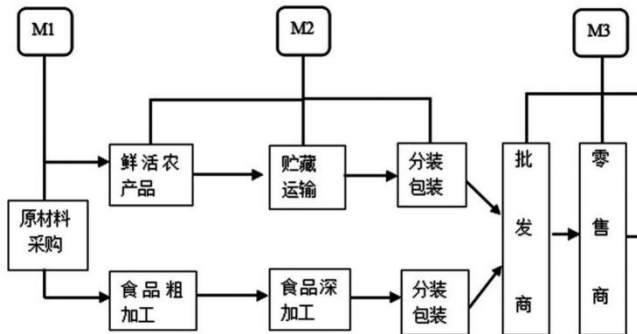


图1 食品供应链环节

2 食品检测中常见的微生物污染类型

在食品检测过程中，常见的微生物污染包括以下类

型：（1）细菌。在食品检测过程中，细菌呈现出种类繁多的特点，主要来源于食品生产环境和生产过程以及人员操作等环节，对人体健康具有潜在的危害，常见的危害性细菌包括沙门氏菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等，这些细菌存在于不同类型的食品中，能够引发人体中毒等严重的健康问题。（2）病毒。病毒在食品中检测的总量较少，但是病毒对人体的危害性较为严重，如食品中常见的诺如病毒和腺病毒等。在食品微生物污染源追溯过程中，发现病毒常与食品加工生产过程中的水源和接触感染者等具有直接关系。不同类型的病毒通过食品进入到人体后，会产生不同的病症，并且病毒具有交叉传播的风险。（3）真菌。在食品检测过程中，真菌较为常见，尤其在食品加工存储环节中，真菌类型主要有霉菌和酵母菌。此类真菌适宜在潮湿的环境中滋生。在适宜的环境条件下，食品中存在的真菌能够进行快速的繁殖，加速食品的发霉和变质速度，另有些真菌对人体产生一定的危害，需要在食品供应链中进行严格的管控^[2]。（4）寄生虫。在食品微生物污染检测过程中，寄生虫也是重要的微生物污染类型。不同类型寄生虫生存的环境不同，大多在污染源或者接触感染者的过程中进行传播，在进入食品供应链环节后，对人体健康产生一定的危害。如常见的原虫，寄生在蔬菜和水果食品中，人类食用后会引发孢子虫病。

3 食品检验中微生物污染源检测技术

3.1 传统培养检测方法

在传统的食品检测中，利用微生物培养检测法的操作流程如下：首先将经预处理的食物样本，定量接种至针对性的培养基质当中，随后将其放置在温度、湿度等条件均适宜的培养环境内，促使样本中的微生物得以

充分生长繁殖，最终形成肉眼可直接观测的菌落集群。在菌落观测阶段，工作人员可依据菌落的形态特征、色泽表现、尺寸大小等直观指标，对微生物的大致类别做出初步判定。在此基础上，进一步开展系列生化验证试验，结合试验所呈现的特异性反应结果，完成对微生物具体种类的精准鉴定。该检测方法的显著优势在于操作流程简便易懂，无需依托精密复杂的实验设备，整体检测成本相对低廉，在基层实验室中具备较强的实用性与普及性。但与此同时，该方法也存在较为突出的局限性，一方面检测周期普遍偏长，难以满足快速检测的实际需求；另一方面，对于部分营养需求苛刻、生长条件特殊的难培养微生物，传统培养检测法往往难以实现有效分离与鉴定。

3.2 分子标记技术

分子标记技术在食品供检验微生物污染源溯源工作中占据关键技术地位，其中多位点序列分型（MLST）与脉冲场凝胶电泳（PFGE）是两类主流应用技术，二者均依托微生物的DNA特征分析，实现对目标菌株在供应链中传播轨迹的精准追踪。多位点序列分型属于高精度微生物遗传分型手段，其核心原理是对微生物基因组内多个保守基因座的序列变异情况进行测定与比对，进而完成菌株遗传型的精准鉴定。该技术具备不受外界环境因素的干扰，能够为目标菌株构建稳定且独特的遗传指纹图谱，这一优势使得研究人员可清晰追溯特定菌株从原料采收、加工处理到终端产品出厂的全链条传播路径^[3]。脉冲场凝胶电泳是另一项广泛应用的微生物溯源技术，其技术逻辑为通过电泳手段分离微生物的大分子DNA片段，以此实现菌株遗传指纹的有效识别。PFGE技术对菌株间的遗传差异具备极高的检测灵敏度，在食源性疾病集中爆发场景下的病原体溯源工作中展现出显著技术优势。运用该技术时，研究人员可对不同生产厂区、不同批次产品中分离的菌株进行遗传特征比对，以此明确污染源头的具体位置，并梳理出污染物在供应链中的扩散路径。

3.3 全基因组测序技术

全基因组测序（WGS）技术是为食品检测中常用的技术方法，能够实现对微生物污染源的精准溯源。该技术依托高通量测序平台，可完整获取目标微生物的全基因组序列信息，助力研究人员深度解析菌株的核心遗传特征。在食品检测实践应用场景中，全基因组测序技术能够精准定位食品生产链条中微生物污染的具体发生环节，同时还能够动态监测微生物在食品供应链中的演

化进程。全基因组测序技术在食品质量检测中的落地应用，大幅提升了食品安全领域的风险预警效能与应急响应速度。借助菌株的完整基因组信息，公共卫生管理部门能够在食源性疾病暴发时迅速研判疫情态势，进而制定更具针对性的防控与治理方案，为守护公众饮食健康提供技术支撑。

4 食品检验中微生物污染防控策略

4.1 构建严苛的原料检验与准入标准

食品微生物污染的防控工作应从食品供应链的源头进行管控，即从食品原料采购环节与质量验收环节切入，构建原料检验的标准化机制与准入准则，这是从源头上规避食品微生物污染风险的首要举措。一方面，需严格界定食品原料供应商的遴选标准，明确要求合作供应商提供的食品原材料必须符合国家食品安全相关规范，并且能够出具真实有效的原料质量检测合格报告，同时要建立常态化的供应商审核机制，精准评估潜在的食品安全风险^[4]。另一方面，原料在投入生产加工环节之前，必须完成系统的微生物指标检测工作，重点筛查致病菌的检出情况、菌落数量等关键参数，确保食品原料在物理性状、化学成分及生物安全性等维度均满足食品生产的安全性硬性标准。此外，可充分发挥出快速微生物检测仪器和设备优势，实现对原料微生物负载量的实时监测与动态预警，一旦发现受污染原料需立即进行隔离处置，杜绝其流入后续生产环节，以此从供应链起点降低食品安全事件的发生概率。

4.2 强化加工环节管控与生产环境卫生治理

在食品加工流程中，始终保持生产环境的洁净度，并达到食品安全生产的卫生标准，是阻断微生物污染传播链条的核心举措。针对生产环境中极易产生的微生物污染防控，需构建常态化的环境监测体系与标准化的清洁消毒流程。首先，应制定精细化的清洁消毒操作规范，选用符合食品安全要求的专用消毒剂，对生产设备、操作台面及车间全域开展周期性消毒作业。根据不同类型食品加工场景，需制定差异化的清洁消毒的频次，消除微生物滋生的潜在隐患。其次，可充分利用环境监测传感器等现代化监控设备，对食品加工生产区域的温度、湿度等关键环境参数进行实时监测，从源头上抑制适宜微生物繁殖条件的形成。最后，需强化从业人员的个人卫生意识和食品安全知识培训，保障全体人员严格遵守食品加工生产全过程的个人卫生操作规范，以此降低因人员操作引发的微生物交叉污染与传播风险。

4.3 强化成品包装、仓储及物流运输全流程管控

在食品整个供应链体系中,针对成品包装、仓储与运输环节制定系统性的微生物污染防控策略,不仅可以有效保障食品在消费者购买前的安全性,还能够有效阻断微生物污染扩散的路径。

(1) 在食品包装环节。需精准地选择适配食品安全的包装材料与技术,以构筑微生物的隔离屏障。通常需要选用具备抗菌性能的包装材料,由此可有效减缓食品中微生物的增殖速率,例如将银离子等抗菌成分应用到包装基材中,实现对细菌、霉菌等微生物的抑制效果。同时,还可以通过真空包装的方式,大幅降低包装内部的氧气浓度,促使食品的保质期延长,还能够有效抑制需氧型微生物的繁殖^[5]。

(2) 食品仓储环节。对存储的温湿度进行精准管控是微生物污染防控的关键抓手。温度作为影响微生物活性程度的重要因素,应根据食品的类型以及质量需求,始终保持低温仓储环境,这是抑制菌滋生的核心手段,对于易腐食品,需在生产加工工序完成后,全程维持冷藏或冷冻储存的环境条件,并对温湿度监控设备实施定期的校准,确保仓储环境参数稳定可控。湿度调控同样不容忽视,保持干燥的仓储环境能有效抑制霉菌滋生,这一点在干货类食品的储存中表现尤为突出。

(3) 食品运输环节。需根据不同类型食品的转运保质条件,采取全过程的环境条件控制,确保达到食品安全卫生转运的规范标准。针对冷藏、冷冻食品的运输,必须采用恒温运输车辆,并配备温度与湿度自动记录装置,实时追踪食品运输途中的环境参数变化,保障各项指标均处于食品安全管控的区间内。另外,需对运输容器及车辆进行全面的清洁与定期消毒,尤其在转运不同品类食品时,可有效规避交叉污染风险。

4.4 引入前沿化生产技术与智能化装备

在现代食品加工生产过程中,先进科学技术与智能化加工设备的应用,不仅是驱动产业效能提升的核心动力,更是筑牢食品卫生安全防线的重要技术支撑。通过在食品生产加工环节采用先进的生产技术与智能化设备,企业能够实现食品生产全流程的升级优化,在提升加工效率的同时,大幅提高食品安全管控标准。首先,在食品生产加工环节中,配备现代化的智能生产设备,能够构建自动化的食品生产加工体系,可最大限度降低传统人工操作与食品的直接接触频次,从操作层面降低

食品污染的潜在风险^[6]。自动化生产线的应用能够实现食品加工全程进行严格的关键工艺参数调控,保证食品加工的各道工序都达到卫生规范和生产安全标准。其次,智能化管控技术的应用,可以显著提升食品安全管控能力。充分发挥出现场监测系统的优势,可对生产设备的运行状态、产品质量核心指标等内容进行动态化的追踪与管控,针对生产过程中出现的异常指标情况,管理人员可以进行自动化的调整加工作业流程,避免因人为干预滞后引发的食品安全隐患。最后,依托高科技检测技术与储运装备,能够实现对不同类型食品加工原料的科学化管理。同时采用现代化的精密检测设备,可对原料的关键指标进行快速且精准的成分与微生物检测,确保投入生产的原料均满足无污染、高质量的准入要求。

5 结束语

在整个食品供应链体系中,每个环节都会产生严重的微生物污染风险,进而对人体健康产生一定的危害。因此,需要根据食品供应链的体系的复杂性特征,制定出针对性的食品微生物污染防控措施,确保各个环节都能够严格遵循食品卫生安全管理要求,降低微生物污染风险问题发生的几率,确保食品的安全卫生,为人们身体健康提供可靠地保障。

参考文献

- [1] 罗萍,吴梓芳,平耀东,等. 人类免疫缺陷病毒-猴痘病毒共感染的免疫特征及关键防控策略[J]. 中华传染病杂志, 2025, 43(06): 364-368.
- [2] 遇晓杰,闫军,苏华,张剑峰,薛成玉,董锐,谢平会,郑晓华. 原料乳中金黄色葡萄球菌的风险评估及防控策略的建立[J]. 中国乳品工业, 2010(9): 38.
- [3] 戴雨珊,熊敏芬,戴传勇. 原料奶中微生物污染的环境因子,微生物消长规律与防控策略[J]. 中国食品工业, 2025(4): 58-60.
- [4] 黄莉萍,江滔,陈飞,等. 冷冻冰鲜动物性食品销售场所微生物污染状况调查分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2022(005): 032.
- [5] 徐美丽,周宁菱. 预制菜生产过程中微生物污染风险来源与防控对策研究[J]. 食品安全导刊, 2025(23): 1.
- [6] 熊溶溶,刘静,徐欢,等. 食源性致病菌交叉污染风险的数学模拟及精准防控策略研究进展[J]. 食品科学, 2024, 45(14): 288-298.