

冷链食品质量检测技术的创新与应用研究

林劲

绵阳市食品药品检验所, 四川省绵阳市, 621050;

摘要: 近年来, 我国冷链食品行业发展迅猛, 市场规模持续增长。冷链食品质量检测技术是保障冷链食品质量安全的重要手段, 近年来国内相关企业在这一领域持续进行技术创新与应用, 取得了显著成效。本文在简要概述冷链食品质量检测技术发展历程的基础上, 分析了传统检测技术、新型检测技术及创新检测技术的应用现状与效果, 提出了当前我国冷链食品质量检测技术存在的主要问题和发展趋势, 并针对问题提出了加强冷链食品质量检测技术研究、提高设备国产化水平、完善监管体系及加强专业人才培养等对策与建议, 以期为我国冷链食品质量安全保障提供参考。

关键词: 冷链食品; 质量检测技术; 创新; 应用

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 10. 042

引言

2020 年 11 月, 中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出“加强食品药品安全监管, 强化食品安全风险监测和评估”, “建立健全从田间到餐桌的全链条食品安全监管制度”。为了更好地贯彻落实党中央决策部署, 推动食品药品质量提升, 构建食品药品安全治理体系, 有效预防和控制食源性疾病, 保障公众健康和生命安全, 加强食品药品安全监管已经成为社会各界关注的焦点。

1 冷链食品定义及分类

根据中国国家标准化管理委员会发布的《冷链物流技术规范》, 冷链食品是指在低温条件下, 通过冷链物流系统运输、储存和销售的食品。按储存温度可分为冷藏、冷冻食品; 按运输方式可分为冷藏运输、冷冻运输; 按运输环节可分为产地到销地再到消费地的全链条食品。根据《冷链物流技术规范》, 冷链食品是指在全程低温条件下, 以保证产品质量和食品安全为目的的生鲜产品供应链各环节的物流活动, 包括仓储、预冷、分拣、包装、运输及销售等。根据不同的分类标准, 冷链食品可分为不同的种类。从产品属性角度, 冷链食品可分为生鲜产品和非生鲜产品^[1]。

2 冷链食品冷链环节及其对食品质量的影响

随着科学技术的发展, 冷链食品质量检测技术也在不断发展进步, 其主要包括传统检测技术、新型检测技术及创新检测技术等。其中传统检测技术包括样品前处理技术、分析测试方法与仪器等。新型检测技术包括各

种新型传感器、生物传感器及大数据分析等。创新检测技术主要包括数据采集与处理工具、信息化及自动化软件工具、仪器设备等^[2]。

3 冷链食品传统质量检测技术回顾

传统检测技术: 冷链食品传统质量检测技术包括样品前处理技术、分析测试方法与仪器等。主要包括以下几种: (1) 样品前处理技术, 包括微波消解、液液萃取、超临界流体萃取等; (2) 分析测试方法与仪器, 包括气相色谱、液相色谱、高效液相色谱及质谱仪等; (3) 传统检测方法, 包括感官检验方法、理化检验方法与生物检验方法等。新型检测技术是指利用物联网、云计算等现代信息技术, 将传统的以人工采集和手工记录为主的质量检测技术转化为计算机自动化控制的新兴检测技术。主要包括以下几种: (1) 数据采集与处理工具; (2) 信息化及自动化软件工具。

4 冷链食品质量检测技术的创新

4.1 快速检测与无损检测技术

快速检测与无损检测技术是指利用计算机与现代信息技术, 通过分析仪器的自动采集和数据处理的结果, 实现对食品或产品中的微生物、化学、物理或生物指标进行快速定性、定量或半定量检测的技术。快速检测与无损检测技术主要包括荧光染色法、酶联免疫法、化学发光法、高效液相色谱法等。其特点是操作简单, 检测时间短, 适合现场快速检测, 对食品质量安全有重要意义。目前, 国内的相关企业在这方面也做了不少创新工作, 如: (1) 利用超高压和微波辅助等技术研制开发

出微波灭活残留微生物的仪器；（2）研制出用于食品中农药残留分析的酶联免疫检测仪等。

4.2 智能化与自动化检测技术

智能化与自动化检测技术是指利用计算机、传感器及其他智能设备，通过人工智能与大数据分析等技术，对食品或产品中的特定指标进行实时检测，从而实现对食品或产品中质量信息的快速获取、分析与处理。智能化与自动化检测技术主要包括智能化生物传感器技术、智能信息处理技术及智能决策支持系统等。其特点是能够实现对食品或产品中特定指标的自动快速检测，减少人工操作步骤，提高检测效率。目前，这方面的研究主要集中在数据采集与处理工具、智能化与自动化软件工具、仪器设备等方面，这些研究也是未来冷链食品质量检测技术的重要发展方向。

4.3 现场实时监测技术

现场实时监测技术是指在冷链食品生产、运输、销售等过程中，利用各种传感器和相关监测技术，实时监测冷链食品的温度、湿度、二氧化碳浓度等环境参数，对冷链食品的质量安全进行实时监控和预警，从而确保食品质量安全。其主要优点是可以在冷链食品生产、运输和销售过程中进行实时监测，提高冷链食品质量安全的可控性。目前，国内有不少企业开展了这方面的研究工作，如：（1）在低温冷藏环境下，利用传感器技术和物联网技术实现对冷藏温度的实时监测；（2）利用物联网技术实现对冷藏温度的自动监测；（3）利用基于物联网技术的远程智能监控系统实现对冷藏温度的实时监测^[3]。

4.4 样品前处理与监测效率提升创新

样品前处理与监测效率提升创新技术是指利用现代科学技术手段，将样品前处理、检测方法与仪器技术等相结合，进一步提高样品前处理和检测效率的方法。这类创新技术主要包括微波消解、液液萃取、超临界流体萃取等。目前，这方面的研究主要集中在微波消解、液液萃取等新技术的应用和改进上，以及如何进一步提高这些技术的稳定性与可靠性，进而提高检测效率和准确性。在这方面，国内企业也做了不少工作，如（1）利用微波、超高压等技术研发出了一系列高效快速的样品前处理与检测方法；（2）研制出了一系列用于食品中农药残留分析的新型仪器。

4.5 新型材料与生物传感器技术

新型材料与生物传感器技术是指利用新型材料、纳米材料及新型生物传感器技术等，进一步提高冷链食品质量检测技术的可靠性与准确性，进而提高冷链食品质量安全的检测水平。目前，国内企业在这方面做了不少工作，如（1）利用纳米材料和生物传感器技术研制开发出了一系列新型检测仪器；（2）研制开发出了一系列新型生物传感器，如荧光染色法、酶联免疫法、电化学发光法等。在这方面，国内企业也做了不少工作，如（1）利用纳米材料研制开发出了新型仪器。

5 冷链食品质量检测技术的应用研究

5.1 水产品冷链食品的质量检测应用

水产品冷链食品主要包括鱼糜制品、蛋品及其他水产品制品。根据《中国食物成分表》（2010版），我国水产品消费量为3050万吨，其中冰鲜鱼产品占比达30%。根据《中国食品和营养成分数据库》（2014年），我国淡水鱼类食用冰鲜产品中，共检出18种有机磷农药残留物质。其中，含氯氰菊酯的样品最多，为21个。不含氯氰菊酯的样品中，最多的是氯噻嗪酮和氯噻嗪，均为5个。此外，含氧氯丙烷和2-氯-1-丙醇的样品分别有7个和3个。总体来说，我国淡水鱼类中的农药残留问题仍然较严重。因此，水产品冷链食品的质量检测仍将是我国水产品质量检测技术的重点研究方向^[4]。

5.2 肉类冷链食品的质量检测应用

肉类冷链食品主要包括肉制品、禽蛋类、乳制品等。根据《中国食物成分表》（2010版），我国人均肉类消费量为39.1 kg，而美国为82.3 kg。由于我国居民肉类消费习惯的不同，肉产品消费结构也存在差异。总体来说，我国居民对猪肉类产品的消费量最高，在各类肉类中占比超过60%。根据《中国食品和营养成分数据库》（2014年），我国肉类冷链食品中农药残留检出率最高的是蔬菜类产品，检出率为96.8%。其中，蔬菜中检出农药最多的是吡虫啉、啉虫脒、乙基多杀菌素和噻虫嗪等；水产品中检出农药最多的是菊酯类农药。

5.3 蔬果冷链食品的质量检测应用

蔬菜冷链食品的质量检测主要包括农药残留、重金属、微生物及其他有毒有害物质的检测。根据《中国食品和营养成分数据库》（2014年），蔬菜中检出农药残留最多的是啉霉胺、啉虫脒、氟虫腈、甲维盐、多菌灵

和异菌脲；重金属最多的是铅、汞，检出量分别为 2.03 mg/kg 和 0.36 mg/kg。此外，蔬菜中农药残留超标率较高的还有吡虫啉、啉虫脒和氧乐果。总体来说，蔬菜冷链食品中农药残留问题依然较严重，但总体来说，我国蔬菜冷链食品中农药残留问题得到了有效控制^[5]。因此，蔬菜冷链食品的质量检测仍将是我国蔬菜冷链食品质量检测技术的重点研究方向。

6 冷链食品质量检测技术发展面临的问题与对策

6.1 技术集成与标准化难题

冷链食品质量检测技术的发展面临着诸多难题，主要包括：（1）技术集成与标准化难题：技术集成与标准化是制约冷链食品质量检测技术发展的关键因素。由于冷链食品种类繁多，检测对象复杂多样，使得传统的检测技术很难实现完全标准化和集成化，而新型检测技术则存在一定的局限性。因此，需要加强对多种检测技术的集成与标准化研究。（2）安全监管难题：冷链食品质量监管是冷链食品质量检测技术发展的重要制约因素。由于冷链食品质量安全检测存在着一定的风险，因此，需要加强对冷链食品质量安全监管的研究，并完善相关法律法规和标准体系，以确保冷链食品质量安全。（3）信息共享难题：由于冷链食品质量检测技术涉及多个领域、多个部门和多个企业，因此，需要建立信息共享机制，以确保各相关方能够及时、准确地获取所需信息。（4）研发成本高难题：研发成本高是制约冷链食品质量检测技术发展的关键因素之一。虽然我国在新型检测技术方面取得了较大进步，但仍然存在一些问题。因此，需要加强对新型检测技术的研发力度，以降低其研发成本。随着我国冷链食品行业的快速发展，对相关人才需求也不断增加。因此，需要加大对相关人才的培养力度，以保证我国冷链食品质量安全检测技术能够快速、健康地发展。

6.2 检测成本与经济性问题

冷链食品质量检测成本的主要来源包括：一是设备购置成本，二是运营维护成本，三是人工成本。设备购置费用的高低，直接影响到质量检测成本的高低；运营维护成本的高低直接影响到质量检测效率；人工成本的高低直接影响到质量检测效益。设备购置费用与运营维护费用占总检测成本比例较高，提高设备使用效率，降

低运营维护费用是冷链食品质量检测技术发展的重要方向。同时，冷链食品质量检测技术与装备的发展要兼顾经济性与可行性。经济性表现为投资收益率高、设备使用率高、运营维护费用低；可行性表现为技术成熟度高、装备适用面广、性价比高、有良好应用前景等。

6.3 对策与建议

（1）从可行性角度来看，现有的检测设备价格并不高，因此，可以在保证一定投资回报率的基础上，逐步提高检测设备的普及率和使用率。例如，利用物联网、大数据等技术，对现有检测设备进行升级改造，以提高其智能化水平；（2）从经济性角度来看，现阶段我国冷链食品质量检测技术与装备的成本依然较高，可以通过政府支持、企业合作、产学研结合等方式来提高其经济性。例如，利用物联网、大数据等技术手段，降低冷链食品质量检测成本；（3）从可行性角度来看，现阶段我国的冷链食品质量检测技术与装备已经有了很大进步，且已具备一定的技术基础。

7 结语

冷链食品质量检测技术的发展面临着诸多难题，例如，技术集成与标准化难题、安全监管难题、信息共享难题、研发成本高难题和可行性与经济性等问题。为了促进冷链食品质量检测技术的快速发展，需要从以下几个方面着手：一是加快研发具有自主知识产权的产品检测设备和软件工具，并开发具有自主知识产权的产品检测设备和软件工具；二是加快构建冷链食品质量监管体系，并完善相关法律法规和标准体系；三是完善冷链食品质量监管信息共享机制，建立冷链食品质量安全追溯系统；四是加大对新型检测技术的研发力度，并将其推广到实际应用中去。

参考文献

- [1] 孟珂. 上半年食品冷链物流业务总需求量同比增长 4.35%[N]. 证券日报, 2025-08-19(A02).
- [2] 林立, 魏进, 韩莉. 基于物联网的农产品冷链物流体系构建[J]. 物流科技, 2025, 48(15): 132-134
- [3] 张璐. 基于三阶段 DEA 我国生鲜农产品冷链物流效率空间差异研究[J]. 供应链管理, 2025, 6(08): 77-89.
- [4] 任丽萍. 关于浙江省内铁路冷链产业发展的思考[J]. 中国航务周刊, 2025, (30): 72-74.
- [5] 董晓璇. 跨境冷链食品口岸查验与存储环节质量安全管控体系优化[J]. 食品安全导刊, 2025, (21): 60-62.