

Application of Pesticide Residue Detection Technology in Food Quality Inspection

Zhichao Chai

Xilin Gol League Inspection and Testing Center, Xilinhot, Inner Mongolia, 026000, China

Abstract

Pesticide residues constitute a critical threat to food safety, with prolonged consumption of contaminated products potentially causing chronic poisoning and other health risks. Given the increasing complexity of agricultural supply chains and the growing diversity of pesticides, residue detection has become a cornerstone of food quality assurance. The scientific application of these methods directly impacts food safety and public health. This study, based on extensive literature review and years of practical experience, systematically examines current developments in this field. It provides an in-depth analysis of commonly used detection technologies and optimization strategies, aiming to offer actionable insights for both industry practices and academic research.

Keywords

food quality inspection; pesticide residue detection; technology application; measures

食品质量检验中农药残留检测技术的运用

柴智超

锡林郭勒盟检验检测中心, 中国·内蒙古 锡林浩特 026000

摘 要

农药残留是威胁食品安全的重要因素之一, 长期摄入农药残留超标的食品可能导致慢性中毒等健康风险。同时, 加之现阶段农产品供应链的复杂化及农药种类的多样化, 农药残留检测成为了当前食品质量安全检验的核心环节, 其科学运用直接关系到食品消费安全与公共健康。有鉴于此, 本文通过对相关文献资料查阅以及结合自身多年工作实践情况下, 立足该检测领域的现实价值出发, 系统梳理当前发展态势, 深入探讨常用检测技术的应用及优化措施, 希望能够为相关实践与研究提供参考。

关键词

食品质量检验; 农药残留检测; 技术应用; 措施

1 引言

经济增速的加快与民众生活质量的持续改善, 使得食品安全问题的关注度与重要性愈发突出。而农业生产作为食品生产的源头往往需要使用农药来保产增收。其过程难免出现农药不合理使用、过度使用、滥用等问题, 使得食品中出现严重的农药残留, 这些农药残留进入人体极易引发急性中毒、慢性疾病、生殖与发育等方面的问题, 严重威胁人体健康^[1]。因此, 做好食品农药残留的高效检测与精准筛查至关重要, 是保障食品安全不可或缺的关键一环。

2 食品质量检验中农药残留检测的重要意义

农药残留检测在食品质量检验中具有不可替代的重要性, 若食品中农药残留超标, 将引发一系列食品安全隐患。

农药中的有机磷、除虫菊酯等成分随着食品进入人体累积到达一定量之后, 将会引发急性中毒、免疫系统紊乱等各种健康问题, 甚至有些农药成分还会增加患癌风险。屡见不鲜的食品安全问题也在不断警示着农药残留检测工作的重要性。唯有对食品实施严格、准确的农药残留检测, 方可有效防止有害食品流入市场, 保障人们身体健康与安全。而且农药残留超标的食品流入市场也会对市场秩序产生严重冲击, 不但会严重损害消费者权益, 削弱食品市场的可信度, 而且会助长不正当竞争的行为, 严重破坏公平的市场秩序。市场监管部门以准确的食物质量检验为依据, 对销售农药残留超标食品的商家进行处罚, 实施严格的食物质量管控, 促进食物的依法依规经营, 营造健康的市场环境。此外, 食物的国际贸易对农药残留也有着十分严格的标准要求, 一旦食物中的农药残留超标, 将会遭到进口国的拒绝入境、退货、销毁等, 不仅会导致出口企业蒙受实质性的利益损失, 更会对国家的国际形象造成严重破坏。利用农药检测技术加强食物质量检验, 严把食物出口质量关, 有助于减少国际贸易顺差, 提高

【作者简介】柴智超 (1987-), 女, 中国内蒙古锡林浩特人, 本科, 工程师, 从事食物质量与安全研究。

国家食品出口的国际竞争力。

3 食品质量检验中农药残留检测现状分析

农药残留检测技术的应用,是筑牢食品安全防线的核心环节。当前,较为常用的农药残留检测技术种类较多,包括气相色谱法、液相色谱法、酶联免疫吸附法等,不同的检测技术有着不同的适用范围与应用优势,比如,气相色谱法用于对强挥发性农药残留的检测方面的灵敏度与分离效率较高,可以达到对农药有机磷成分的精准分离与定量测定的目的;液相色谱法则主要用于对不易挥发、热不稳定的农药检测,搭配质谱联用技术,能够实现对多种杀菌剂残留的准确、快速的定性与定量检测等^[2]。同时,随着技术不断进步,超高效液相色谱——串联质谱技术等新技术也在不断涌现,大幅提高了农药残留的检测效率。但是这些技术的应用往往存在较高的设备运维成本与操作专业要求,不利于食品质量检验的进一步发展。我国的农药残留检测离不开第三方检测机构的作用,而不同的检测机构在资质、技术、设备、人员等的配置方面有着不同的侧重点与优势,在实际的食品质量检验过程中也需要结合对农药残留检测的具体需求选择最为权威、可靠的第三方检测机构进行检测。但是随着食品安全监管要求的越发严格,以及市场需求的不断增长,第三方检测机构仍然需要致力于提高农药残留检测方面的技术能力与服务水平,方能与不断严格化的食品质量检测标准要求相契合。虽然在科技不断进步的推动下食品质量检验中的农药残留检测水平也在不断提升,但也需要正视存在的诸多客观问题。如部分传统检测方法灵敏度不足、操作复杂、效率不高,无法胜任大规模食品质量检验需求。而新技术同样存在成本高、技术复杂等不利因素而影响其应用推广。以及不同国家、地区在农药残留检测方面的标准差异,农药残留检测标准体系不完善等,也是当前食品质量检验需求得不到充分满足的重要原因。同时专业人才不足,也严重制约着农药残留检测技术应用水平提升。此外,高昂的检测成本也对食品质量检测中农药残留检测工作的高效开展造成了极大制约,食品安全隐患难以消除。

4 食品质量检验中农药残留检测技术的应用

4.1 气相色谱法

食品农药残留检测中气相色谱法的应用,主要是借助专业气相色谱仪检测食品样品。对样品进行提取、净化等处理后,注入气相色谱仪中,在不同农药成分在色谱柱中的运动差异的原理下,利用检测器将农药组分浓度信号转换为电信号输出,在数据处理系统的记录与分析作用下对农药进行定性,并根据保留时间的峰高,完成农药残留的定量分析。值得注意的是,需要结合检测的农药类型,选择合适的气相色谱柱和检测器,才能发挥气相色谱法的应用优势。气相色谱法在有机磷农药残留检测方面有着较高的灵敏度与分离效率,适用于对乐果、敌敌畏、毒死蜱等多类有机磷农药的

检测,甚至可以达到纳克级别的检测限,在低浓度农药残留检测方面的应用效果显著。

4.2 高效液相色谱法

高效液相色谱法的应用,主要是利用了样品中各种组分在固定相与流动相之间存在分配系数差异的原理,以不同组分在色谱柱中的迁移速度差异为依据,对农药中的各个组分进行分离。然后利用检测器对分离出来的组分浓度进行电信号的转化,接着在数据处理系统的作用下得到色谱图,完成对农药残留组分的定量与定性分析^[3]。这一检测方法主要适用于难挥发性、不挥发性、热不稳定的极性农药残留检测。比如,利用高效液相色谱仪与紫外检测器对多菌灵农药残留进行检测,能够实现对农药残留组分及含量的准确测定,检测限也能够达到皮克级别。

4.3 气相色谱——质谱联用法

这一方法的应用能够很好地发挥气相色谱法强大的分离能力优势,同时能够利用质谱高灵敏性、高特异性的鉴别能力,得到更为准确的检测结果。在实际应用中,先是借助对气相色谱完成对样品农药组分的分离。然后利用质谱仪对各个分离之后的组分进行离子化处理,以离子质荷比差异为依据采用质量分析器进行组分的分离与检测,得到质谱图。最后将解析后的质谱图和标准谱库进行比对,进而对农药种类、结构等进行准确确定,实现对农药残留的定性分析。并且以离子强度的定量分析为依据,进行农药组分含量测定,得到较为准确的定量结果。利用气相色谱——质谱联用的方法,能够实现对极低浓度农药残留的有效检测,检测限能够达到飞克级别,特别是在对复杂食品中农药残留进行定性与定量分析时,有着理想的应用效果。

4.4 酶联免疫吸附法

该方法的应用主要是利用了抗原——抗体的特异性反应原理。把已经明确的农药抗原或者抗体,固定在固相载体的表面。然后将处理后的待检测食品样品溶液,加入到固相载体当中,使得样品中的残留农药分子和其相应的抗体、抗原发生特异性反应。然后利用酶标记的抗体或者抗原,得到标记后的抗体复合物,最后结合对酶催化底物显色原理的应用以颜色深浅的测定对照标准曲线,测算农药残留含量,实现对食品农药残留的快速筛查。在实际应用中,能够借助对ELISE试剂盒的应用在农产品批发市场进行果蔬的批量、快速检测,整个检测过程具备设备简单、操作便捷,能够在短时间内完成对大量样品的初筛工作,初步判定果蔬农药残留的超标情况。但是这种方法的应用有着较强的特异性,不同类型农药残留检测往往需要采用多种试剂盒进行逐一测定,并且检测结果的准确性会受到相似结构的农药成分交叉反应影响。在检测的灵敏性方面也较色谱——质谱联用技术低,无法胜任对痕量农药残留的检测任务。

4.5 其他检测技术

红外光谱法等波普法在食品农药残留检测中的应用主

要是利用了不同农药分子能够实现对特定波长的电磁波进行吸收或者发射的原理进行检测,通过对这些电磁波、光波的吸收、发射情况的测量绘制出光谱图,和标准图谱进行比对完成对农药的定性分析。这种方法应用能够实现对食品的无损检测,且分析速度较快,但是在灵敏度方面稍差,通常需要和其他检测技术联合使用来提高检测效果。毛细管电泳技术则是利用了样品各组分在高压电场中的迁移差异进行组分分离,再借助检测器的使用完成迪欧农药的定性定量分析。这一技术的应用具备分离效率高、分析速度快、样品消耗小等优势,但分离效果极易受基质影响,一旦样品处理不当则无法得到准确结果^[4]。生物传感器通过集成酶、抗体、核酸等生物识别元件,借助其对农药组分的特异性识别能力,将目标农药的存在状态及含量信息转化为电信号、光信号等可量化检测的物理化学信号,实现对农药残留的间接测定。虽然生物传感器测定方法的应用具备灵敏、快捷及选择性好的优势,但是由于生物识别元件的稳定性较差及寿命短的不足,往往会产生较高的检测成本。

5 食品质量检验中优化农药残留检测技术应用质量的相关措施

5.1 加强技术研发与创新

随着农药种类以及食品基质的越发复杂,对检测技术应用的精度、效率要求也越来越高,因此加强对农药残留检测技术的创新、研发十分重要。一方面要聚焦超高效液相色谱-串联质谱、高分辨质谱、生物组学方法等前沿技术的应用与发展,重视加强对现场快检设备的研发,不断探索人工智能、物联网与检测技术的融合应用,提高检测效能;另一方面还需重视加强对跨学科研发平台的建设,实现对化学、生物学、仪器科学等多领域专家、技术、设备等资源的有效整合,构建协同创新体系共同致力关键技术攻关,切实提高食品质量检验中农药残留检测技术的应用水平。

5.2 提高检测人员专业素质

一方面要重视做好对检测人员的培训管理。通过组织定期专业培训的方式,夯实技术人员在样品处理、仪器操作、技术要点控制等方面的专业技能,拓展其在农药残留检测技

术应用方面的眼界与认知。通过邀请行业专家进行座谈交流等方式进行实际工作经验与案例的探讨,切实提高检测人员的理论与实践水平。另一方面则需加强完善考核管理机制,做好对检验人员在理论、实操等方面的定期考核评估,落实针对性地整改提升措施,强化检验人员的责任意识与质量控制意识,以高水平的专业素质完成食品质量检验任务。

5.3 完善检测标准与规范

检测结果的准确性与可比性需要以统一的、完善的农药残留检测标准与规范作为依据与保障。针对农药残留限量标准的国际差异、地区差异,相关部门需要重视加强对相关标准的研究与制定,及时结合国际标准变化不断完善国内检测标准,为检测工作的标准、规范开展提供依据。检测机构需严格遵循统一的检测规范与标准要求,对样品检测全流程实施标准化管控,强化内部质量审核与过程质量控制机制,以确保食品农药残留检测的规范、科学^[5]。

6 结语

综述可知,农药残留检测作为食品质量检验的重要内容,关乎人民生命安全。面对越发严格的食品质量检验要求,检测机构及相关部门需要认清当前农药残留检测现状,加强对检测技术的应用探索,积极采取多元化有效措施,持续推动食品质量检验领域农药残留检测技术的创新升级与应用深化,进一步筑牢食品安全保障防线,更好地为食品安全提供保障。

参考文献

- [1] 边力,王红红,王燕燕,等.食品质量检验中农药残留检测技术的运用分析[J].食品界, 2025(3):54-56.
- [2] 戴瑞荣.食品质量检验中农药残留检测技术的运用分析[J].食品安全导刊, 2023(32):160-162.
- [3] 高兰萍,郭建亭.食品安全检测技术在农产品农药残留检测中的运用[J].现代商贸工业, 2017, 38(31):2.DOI:CNKI:SUN:XD SM.0.2017-31-090.
- [4] 韩学霞.农药残留检测技术在食品质量检验中的应用研究[J].中国质量监管, 2024(12):76-79.
- [5] 赵国辉.对食品检测中农药残留检测技术的几点思考[J].饮食保健, 2019, 6(9).DOI:10.3969/j.issn.2095-8439.2019.09.370.