

农药残留快速检测技术应用与局限性分析

张晶

临江市农产品质量检测中心

DOI:10.12238/as.v8i8.3245

[摘要] 本文旨在深入探讨农药残留快速检测技术的应用与局限性。首先对常见的农药残留快速检测技术进行分类,并阐述其基本原理。接着详细分析了该技术在农产品生产、流通环节以及农产品安全监管中的应用情况。同时,全面剖析了农药残留快速检测技术存在的局限性,包括检测范围受限、准确性和灵敏度问题、稳定性和可靠性不足以及检测成本和操作难度的限制等。最后,总结了该技术的应用成果和局限性,并对未来快速检测技术的发展方向提出了建议,以期为农药残留检测技术的进一步发展提供参考。

[关键词] 农药残留; 快速检测技术; 应用; 局限性

中图分类号: F767.2 文献标识码: A

Application and Limitations Analysis of Rapid Pesticide Residue Detection Technology

Jing Zhang

Linjiang Agricultural Product Quality Testing Center

[Abstract] This article aims to explore in depth the application and limitations of rapid detection technology for pesticide residues. Firstly, classify the common rapid detection techniques for pesticide residues and explain their basic principles. Subsequently, a detailed analysis was conducted on the application of this technology in the production, circulation, and safety supervision of agricultural products. At the same time, the limitations of rapid detection technology for pesticide residues were comprehensively analyzed, including limited detection range, accuracy and sensitivity issues, insufficient stability and reliability, as well as limitations in detection cost and operational difficulty. Finally, the application achievements and limitations of this technology were summarized, and suggestions were made for the future development direction of rapid detection technology, in order to provide reference for the further development of pesticide residue detection technology.

[Key words] pesticide residues; Rapid detection technology; Application; limitation

随着人们生活水平的提高,对食品安全的关注度日益增加。农药作为农业生产中不可或缺的投入品,在防治病虫害、提高农作物产量和质量方面发挥了重要作用。然而,农药的不合理使用导致农产品中农药残留超标问题时有发生,给人类健康和生态环境带来了潜在威胁。为了保障食品安全,及时、准确地检测农产品中的农药残留至关重要。

传统的农药残留检测方法,如气相色谱法、液相色谱法等,虽然具有较高的准确性和灵敏度,但存在检测时间长、设备昂贵、操作复杂等缺点,难以满足现场快速检测的需求。因此,开发和应用农药残留快速检测技术成为当前农产品安全检测领域的研究热点。农药残留快速检测技术具有检测速度快、操作简便、成本较低等优点,能够在短时间内对大量样品进行初步筛查,为农产品安全监管提供了有力的技术支持。然而,该技术也存在一些局限性,需要进一步研究和改进。本文将对农药残留快速检测

测技术的应用与局限性进行深入分析。

1 农药残留快速检测技术概述

1.1 常见快速检测技术的分类

根据检测原理和技术路径的不同,农药残留快速检测方法可以分为很多种类型,酶抑制法主要是利用有机磷以及氨基甲酸酯类农药对于乙酰胆碱酯酶活性产生抑制作用来进行分析的。当样品中含有这类农药的时候,其活性就会被明显地抑制住,这样一来底物水解之后所生成的显色物质就变少了,然后通过比色或者电化学的方式去测定吸光度或者电流的变化情况,以此来判断样品中农药残留的具体数值大小;免疫分析法则依靠抗原-抗体之间那种特定结合关系来进行相关生物化学方面的研究工作的,在这个过程中包含两种主要的技术手段,即酶联免疫吸附测定还有胶体金免疫层析技术,前者会在事先把抗原或者抗体固定在固相载体上面,接着加入酶标记抗体和目标抗

原二者之间发生特异性反应的现象出现,最后再依靠酶催化底物显色的方式来完成整个定性或者定量分析的过程。胶体金免疫层析法基本原理是利用胶体金标记的抗体与样品中待测农药抗原发生特异性结合,再根据试纸条显色区域变化判断农药残留情况。生物传感器技术则是将生物识别元件和物理/化学信号转换装置相结合的一种技术手段,依靠两者之间产生的物理或化学响应变化来进行检测工作,其中常见的设备类型有酶传感器、免疫传感器以及核酸传感器等^[1]。光谱分析法则依据农药分子对特定波长光的吸收、发射或散射特性实现检测,常用方法包括紫外-可见分光光度法、荧光光谱法及具备“指纹识别”优势的拉曼光谱法,后者在多种农药同时检测中显示出较好的应用潜力。

1.2 不同检测技术的基本原理

酶抑制法的基本原理是乙酰胆碱酯酶能够催化乙酰胆碱水解生成胆碱和乙酸。当样品中含有有机磷或氨基甲酸酯类农药时,农药分子与AChE的活性中心结合,抑制了酶的活性,使乙酰胆碱的水解反应受到阻碍。通过检测水解产物的减少量或酶活性的抑制程度,即可判断样品中农药残留的含量。通常采用比色法或电化学法来检测酶活性的变化。比色法是利用显色剂与水解产物反应生成有色物质,通过测定吸光度来反映酶活性;电化学法是通过检测电极表面的电流或电位变化来反映酶活性。

免疫分析法的基础是抗原与抗体之间的特异性结合反应。抗体是由机体免疫系统产生的能够特异性识别和结合抗原的蛋白质分子。在农药残留检测中,将农药分子作为抗原,制备相应的抗体。当样品中含有农药时,农药抗原与抗体结合形成抗原-抗体复合物。通过标记物对抗体进行标记,利用标记物的信号变化来检测抗原-抗体复合物的形成,从而实现农药残留的检测。

生物传感器由生物识别元件和信号转换元件两部分组成。生物识别元件能够特异性识别农药分子,并与之发生相互作用,产生物理或化学变化。信号转换元件将这种变化转换为可检测的电信号、光信号或热信号等。例如,酶传感器是将酶固定在电极表面,当样品中的农药与酶发生作用时,酶的活性发生变化,导致电极表面的电流或电位发生改变,通过检测这种变化来确定农药残留的含量。

光谱分析法是基于物质对光的吸收、发射或散射特性来进行检测的。不同的农药分子具有不同的化学结构和化学键,对不同波长的光具有特定的吸收、发射或散射特性。通过测量样品在特定波长下的吸光度、荧光强度或拉曼散射强度等参数,与标准物质的光谱数据进行比较,即可判断样品中农药残留的种类和含量^[2]。

2 农药残留快速检测技术的应用

2.1 在农产品生产环节的应用

在农产品种植过程中,农药残留快速检测技术可以用于实时监测农田土壤和灌溉水中的农药残留情况。通过定期采集土壤和水样,利用快速检测方法进行检测,及时掌握农药在土壤和

水中的残留动态,为合理使用农药提供依据。例如,在蔬菜种植基地,每隔一段时间对土壤中的农药残留进行检测,若发现某种农药残留超标,可及时调整农药使用方案,减少农药的使用量或更换农药品种,避免农药在土壤中积累,从而降低农产品中农药残留超标的风险。在农产品采收前,使用快速检测技术对农产品进行抽检,能够及时发现农药残留超标的农产品,避免其进入市场。例如,在水果采摘前,随机抽取一定数量的水果样品进行农药残留检测,若检测结果显示农药残留超标,则推迟采收时间或对该批次水果进行无害化处理,确保上市的农产品符合食品安全标准。农药残留快速检测技术可以为农民提供科学用药的指导。通过检测农产品中的农药残留情况,分析农药的使用效果和残留动态,帮助农民了解不同农药在不同作物上的残留规律,从而合理选择农药品种、确定用药剂量和用药时间,提高农药的使用效率,减少农药残留。

2.2 在农产品流通环节的应用

农产品批发市场是农产品流通的重要枢纽,每天有大量的农产品在此交易。利用农药残留快速检测技术对进入批发市场的农产品进行快速筛查,能够在短时间内判断农产品中农药残留是否超标,为农产品的准入提供依据。例如,在大型农产品批发市场设置快速检测点,对每一批次的蔬菜、水果等农产品进行抽检,若检测结果合格,则允许进入市场销售;若检测结果超标,则禁止该批次农产品进入市场,并进行相应的处理^[3]。

超市和农贸市场是消费者购买农产品的主要场所。为了保障消费者的食品安全,超市和农贸市场可以定期对所销售的农产品进行农药残留检测。通过快速检测技术,及时发现农药残留超标的农产品,采取下架、召回等措施,确保消费者购买到安全放心的农产品。

在农产品冷链物流过程中,农药残留快速检测技术可以用于监测农产品在运输和储存过程中的质量变化。通过定期对冷链物流中的农产品进行检测,及时发现农药残留超标的情况,采取相应的措施,如调整储存温度、更换包装材料等,保证农产品在冷链物流过程中的质量安全。

2.3 在农产品安全监管中的应用

农产品安全监管部门可以利用农药残留快速检测技术对市场中的农产品进行日常监督抽检。通过随机抽取不同种类、不同产地的农产品进行检测,及时掌握市场上农药残留的总体情况,发现潜在的农产品安全隐患。对于检测结果超标的农产品,依法进行处理,严厉打击农药残留超标违法行为。

在发生农产品农药残留超标突发事件时,农药残留快速检测技术能够在第一时间对涉事农产品进行检测,为事件的处理提供技术支持。例如,当某地区发生农产品农药残留超标事件时,监管部门迅速组织人员利用快速检测设备对涉事农产品进行现场检测,快速确定农药残留的种类和含量,为制定应急处理措施提供依据。

对于快速检测结果合格的农产品,可以进入进一步的详细检测流程;对于快速检测结果超标的农产品,则进行严格的处理,

防止不合格农产品进入国内市场或流出国外,保障国际贸易的顺利进行。

3 农药残留快速检测技术的局限性

3.1 检测范围的局限性

当下主流的农药残留快速检测技术基本集中在特定种类或者少数几种农药的识别上,对于其他种类农药的检测效果较弱。以酶抑制法为例,它主要针对有机磷和氨基甲酸酯类农药,而对杀菌剂,除草剂等其他种类农药的检测效果较差,虽然免疫分析法的特异性较高,但是每种抗体只能对结构相近的一类或多类农药进行定量分析,面对多组分混合样品时难以满足复杂的检测需求。

在实际检测中,农产品中的农药残留浓度往往较低,且样品基质复杂,含有大量的蛋白质、脂肪、糖类物质,这些物质会对检测结果产生干扰。现有的快速检测技术在检测低浓度和复杂基质中的农药时,灵敏度和准确性会受到影响,容易出现漏检或误检的情况。例如,在检测含有大量油脂的食用油中的农药残留时,由于油脂会干扰检测信号,导致检测结果不准确^[4]。

3.2 检测准确性和灵敏度的问题

与传统的气相色谱法、液相色谱法等仪器分析方法相比,农药残留快速检测技术的准确性和灵敏度相对较低。传统检测方法具有较高的分辨率和灵敏度,能够准确测定农药的种类和含量。而快速检测技术往往只能给出定性或半定量的结果,无法精确测定农药的具体含量。例如,酶抑制法只能判断样品中是否含有有机磷或氨基甲酸酯类农药以及大致的残留水平,无法准确测定农药的具体含量。

由于快速检测技术的特异性和稳定性有限,在检测过程中容易出现假阳性和假阴性结果。假阳性结果是指样品中实际上不含有农药残留,但检测结果显示为阳性;假阴性结果是指样品中含有农药残留,但检测结果显示为阴性。假阳性结果会导致不必要的进一步检测和处理,增加检测成本和时间;假阴性结果则会使农药残留超标的农产品流入市场,给农产品安全带来隐患。

3.3 检测技术的稳定性和可靠性不足

农药残留快速检测技术的稳定性和可靠性容易受到环境因素的影响,如温度、湿度、光照等。例如,酶抑制法中的酶活性对温度和pH值非常敏感,在不同的环境条件下,酶的活性会发生变化,从而影响检测结果的准确性。免疫分析法中的抗体也会受到环境因素的影响,导致抗体的活性降低或特异性改变,影响检测结果的可靠性。

快速检测试剂和仪器的质量差异也会影响检测技术的稳定性和可靠性。不同厂家生产的试剂和仪器在性能和质量上可能

存在差异,导致检测结果的重复性和可比性较差。此外,试剂的保存和使用条件也会对检测结果产生影响,如试剂的过期、变质等会导致检测结果不准确。

3.4 检测成本和操作难度的限制

虽然农药残留快速检测技术相对传统检测方法具有成本较低的优点,但部分快速检测试剂和设备的价格仍然较高,限制了其广泛应用。例如,一些先进的生物传感器和光谱分析仪器价格昂贵,需要专业的技术人员进行操作和维护,增加了检测成本。

部分农药残留快速检测技术需要操作人员具备一定的专业知识和技能,如免疫分析法中的ELISA法需要严格的操作流程和精确的加样量控制,生物传感器法需要对仪器进行准确的校准和调试。如果操作人员的技术水平不高,容易导致检测结果不准确。此外,一些快速检测方法需要在特定的实验条件下进行操作,对检测环境和设备的要求较高,增加了操作的难度^[5]。

4 结束语

农药残留快速检测技术在农产品生产、流通环节和农产品安全监管方面有着重要意义,它依靠实时监测、高效筛选、质量把控等特点,能够迅速察觉到超标农产品,进而保证农产品供应链的安全性,酶抑制法、免疫分析法、生物传感器法以及光谱分析法等多种快速检测方法各有长短,给农药残留检测给予多种技术支持。不过,这个领域还存在诸多难题,检测项目的涵盖范围较小,不能包含全部的农药种类,准确性和灵敏度还需加强,常常会碰到假阳性或者假阴性的情况。日后研究要关注拓宽检测谱系,研制出多靶标同时检测的技术,还要改良生物识别材料和实验设计,以此创建起高效又精确的农药残留检测体系。

【参考文献】

- [1]邢颖,董瑜,袁建霞,等.农药残留快速检测技术国际发展态势的文献计量分析[J].科学观察,2016,11(01):1-17.
- [2]师邱毅,程春梅.食品安全快速检测技术[M].化学工业出版社,2019.12:233.
- [3]刘晴晴.多学科交叉应用于食品安全快速检测技术——评《食品安全快速检测技术及应用》[J].中国油脂,2021,46(10):153.
- [4]陈丛婧.蔬菜安全检测中农残速测技术的运用分析[J].食品安全导刊,2024,(25):155-157.
- [5]邵博.农产品/食品中农药残留快速检测方法研究[J].农家参谋,2020,(13):12.

作者简介:

张晶(1993—),女,汉族,吉林抚松人,硕士研究生,助理农艺师,研究方向:农产品质量安全及农药残留检测分析与现代农业技术推广等。