

食品中农药残留检测方法的优化与应用

张 惠¹ 刘晓敏²

1. 呼和浩特市检验检测中心 内蒙古 呼和浩特 010000

2. 浙江传化日用品有限公司 浙江 杭州 311200

摘要：随着食品安全问题的日益突出，农药残留作为影响食品安全的重要因素之一，其检测方法的优化与应用显得尤为重要。本文旨在探讨当前食品中农药残留检测的主要技术方法，分析其优缺点，并提出相应的优化策略，以期为食品安全检测提供理论参考和实践指导。

关键词：食品；农药残留检测；应用；优化

引言

农药在农业生产中的广泛应用，有效提高了作物产量和品质，但同时也带来了农药残留问题。农药残留不仅影响食品质量，还可能对人体健康造成潜在威胁。因此，加强对食品中农药残留的检测，优化检测方法，提高检测效率和准确性，对于保障食品安全具有重要意义。

1 食品中农药残留检测的主要方法及其应用

1.1 色谱技术

1.1.1 气相色谱-质谱联用 (GC-MS)

GC-MS技术巧妙地将气相色谱的高效分离能力和质谱的高灵敏度鉴定功能相结合，使得对多种农药残留的同时定性和定量分析成为可能。在气相色谱环节，样品中的农药残留首先会经过一系列的预处理步骤。这些预处理步骤通常包括提取、净化和浓缩等过程，旨在将农药残留从样品中分离出来，并去除可能干扰后续分析的杂质。其中，QuEChERS方法包和固相萃取柱前处理方法是两种常用的预处理手段。QuEChERS方法包是一种快速、简便且高效的样品前处理技术，通过使用特定的溶剂和吸附剂，能够有效地提取和净化样品中的农药残留^[1]。而固相萃取柱则是一种基于固相萃取原理的前处理方法，通过选择合适的固相萃取柱和洗脱条件，可以实现对农药残留的选择性提取和净化。经过这些预处理步骤后，样品中的农药残留被注入到气相色谱仪中。在气相色谱仪中，不同的农药残留根据其沸点和极性的差异，在色谱柱内以不同的速度通过，从而实现分离。这一过程如同一个精细的筛子，将各种农药残留一一分开，为后续的检测提供清晰的目标。随后，分离后的农药残留进入质谱仪进行鉴定。质谱仪是GC-MS技术的核心部分，它通过测量农药残留分子的质荷比 (m/z)，生成独特的质谱图。这一图谱如同农药残留的“指纹”，使得我们能够准确识别出样品中存在的农药种类。质谱仪的高灵敏度

鉴定功能使得GC-MS技术能够检测到样品中极低浓度的农药残留，为食品安全提供有力的保障。

1.1.2 液相色谱-质谱联用 (LC-MS)

液相色谱-质谱联用 (LC-MS) 技术尤其适用于分析那些沸点高、热不稳定或极性强的农药及其代谢产物。这一技术的核心在于液相色谱的高效分离能力和质谱的高灵敏度鉴定功能的完美结合。液相色谱环节，样品经过预处理后，被注入到液相色谱仪中。在色谱柱内，利用不同农药残留及其代谢产物在固定相和流动相之间的分配差异，实现它们的分离。这一过程如同一个精细的筛子，能够有效地将复杂基质中的各种农药残留及其代谢产物一一分开，为后续的检测提供清晰的目标^[1]。随后，分离后的农药残留及其代谢产物进入质谱仪进行鉴定。质谱仪通过测量这些分子的质荷比 (m/z)，生成独特的质谱图^[2]。使得我们能够准确识别出样品中存在的农药种类及其代谢产物。LC-MS技术的优点在于其灵敏度高、准确性好，且应用范围广。它能够检测到样品中极低浓度的农药残留及其代谢产物，为食品安全提供有力的保障。

1.2 生物学分析方法

1.2.1 酶抑制法

酶抑制法核心原理在于利用农药对特定酶的抑制作用。在生物体内，酶作为催化剂，推动着各种生化反应的进行。然而，当农药残留存在时，它们可能会与酶结合，改变酶的结构，从而降低或完全抑制酶的活性。在实际操作中，检测人员会向样品中添加一种或多种特定的酶，并观察这些酶的活性变化。如果样品中存在农药残留，那么这些农药就会与酶结合，导致酶的活性降低或消失。通过观察酶活性的变化，检测人员可以判断样品中是否存在农药残留。酶抑制法的优点在于其操作简单、成本低廉，且检测速度较快。这使得它在农药残留

检测领域具有广泛的应用前景^[3]。然而,该方法也存在一些局限性。首先,其特异性较差,即一种酶可能受到多种农药的抑制,这使得准确识别具体农药种类变得困难。其次,酶抑制法易受其他因素的干扰,如样品的温度、pH值等,都可能影响酶的活性,从而影响检测结果的准确性。

1.2.2 生物传感器

生物传感器核心在于利用生物材料对农药的特异性识别能力。这些生物材料,如酶、抗体、微生物等,能够与特定的农药分子发生相互作用,从而产生可测量的信号变化^[4]。在生物传感器中,生物材料被固定在传感器表面,当样品中的农药分子与生物材料接触时,它们之间会发生特异性的结合反应。这种结合反应会导致传感器表面的物理或化学性质发生变化,如电导率、光学性质等,从而产生可测量的信号。生物传感器的优点在于其灵敏度高、响应速度快,且能够实现自动化检测。由于生物材料与农药之间的特异性识别能力,生物传感器能够在复杂的样品基质中准确地检测出农药残留的存在。同时,生物传感器的自动化检测能力也大大提高了检测效率。然而,生物传感器在实际应用中仍面临一些挑战。其中,稳定性和使用寿命是亟待解决的问题。生物材料的活性和稳定性容易受到环境因素的影响,如温度、湿度、pH值等,这可能导致传感器的性能下降。此外,生物传感器的使用寿命也相对较短,需要定期更换生物材料,这增加了检测成本和时间。

1.3 光谱学分析方法

波谱法利用农药分子与特定波长的光相互作用时产生的信号变化来进行分析。这一技术基于光的吸收、发射或散射等物理现象,通过测量样品在特定波长下的光谱响应,来推断样品中农药残留的存在与否。在实际应用中,波谱法通常使用可见光、紫外光或红外光等作为光源,照射待测样品。当光与样品中的农药分子相互作用时,农药分子会吸收或发射特定波长的光,导致光谱信号的变化。通过测量这种信号变化,检测人员可以判断样品中是否存在农药残留。波谱法的优点在于其简单快捷,且对样品具有非破坏性。这使得它在农药残留检测领域具有广泛的应用前景。然而,该方法也存在一些局限性。首先,样品处理相对困难,因为光谱响应可能受到样品基质、颜色、透明度等因素的影响。其次,波谱法的灵敏度相对较低,对于低浓度的农药残留可能无法准确检测。

2 农药残留检测方法的优化策略

2.1 多种技术联用

在食品农药残留检测领域,为提高检测的准确性和可靠性,综合运用多种检测方法已成为一种重要的优化策略。这种策略的核心在于,通过结合不同检测方法的优点,弥补各自的不足,从而实现更全面、更准确的农药残留分析。例如,将色谱技术与质谱技术联用,是一种广泛应用的多种技术联用策略。色谱技术,如气相色谱(GC)和液相色谱(LC),具有高效分离能力,能够将复杂的样品基质中的农药残留一一分开。而质谱技术(MS)则具有高灵敏度的鉴定功能,能够准确识别出样品中存在的农药种类。将这两种技术联用,既能发挥色谱的高效分离能力,又能利用质谱的高灵敏度鉴定功能,从而实现对多种农药残留的同时定性和定量分析^[5]。除了色谱-质谱联用技术外,还可以将生物学分析方法与光谱学分析方法结合,以弥补各自的不足。将这两种方法结合,可以充分利用生物学分析方法的快速性和光谱学分析方法的非破坏性,同时提高检测的准确性和灵敏度。

2.2 仪器设备的升级与研发

为了进一步提高检测的灵敏度和准确性,不断升级和研发先进的检测设备和技术显得尤为重要。其中,高分辨质谱仪的引进是仪器设备升级的一个重要方向。传统的质谱仪在分辨率和灵敏度上存在一定的限制,而高分辨质谱仪则能够提供更加精细的质谱图,使得对农药残留的定性和定量分析更加准确。此外,高分辨质谱仪还具备更高的扫描速度和更宽的检测范围,能够同时检测多种农药残留,大大提高检测效率。除了高分辨质谱仪,纳米技术也在农药残留检测中展现出巨大的潜力。纳米材料具有独特的物理和化学性质,能够增强检测信号,提高检测的灵敏度。例如,利用纳米粒子作为增强剂,可以显著提高光学检测方法的灵敏度,使得对低浓度的农药残留也能够进行准确检测。在仪器设备的研发方面,集成化、智能化是未来的发展趋势^[6]。集成化的检测设备能够将多种检测功能集成在一起,实现一机多能,提高检测的全面性。智能化的检测设备则具备自动进样、自动分析和自动报告等功能,减少人为操作误差,提高检测的准确性。

2.3 标准与规范的制定

制定严格的农药残留检测标准和规范,是确保食品农药残留检测质量的关键环节。这一措施通过明确检测方法、仪器要求、数据处理等标准流程,为农药残留检测工作提供科学、统一的操作指南,提高检测结果的可靠性和可比性。具体而言,农药残留检测标准的制定应基于科学研究和风险评估结果,充分考虑农药的种类、毒性、残留水平以及食品的种类和食用方式等因素。标

准中应详细规定各类食品中农药残留的最大限量值,以及相应的检测方法和判定依据。同时,为确保检测结果的准确性,标准还应明确检测仪器的性能指标、校准方法和维护要求,以及检测过程中的质量控制措施和数据处理方法。在规范制定方面,应建立完善的农药残留检测工作程序,包括样品采集、运输、保存、前处理、检测分析、结果判定和报告编制等各个环节的操作规范^[7]。这些规范应确保检测过程的可追溯性和可重复性,避免人为因素对检测结果的影响。此外,还应建立检测机构的资质认证和监管机制,确保检测机构具备相应的技术能力和管理水平。

2.4 环境与样品管理

良好的检测环境和规范的样品管理是农药残留检测工作中不可或缺的两个环节,它们共同构成了确保检测结果准确性的基础。在检测环境方面,实验室的温湿度等参数对检测仪器的性能和稳定性有着重要影响。因此,检测人员应严格控制实验室的温湿度,确保它们符合检测标准的要求。同时,实验室的清洁度和通风状况也不容忽视,定期清洁和消毒实验室,保持良好的通风环境,可以有效减少实验过程中的交叉污染和干扰。除了实验室环境,检测人员还应关注仪器设备的运行状态。定期对检测仪器进行维护和校准,确保其处于最佳工作状态。在样品管理方面,规范的样品保存和处理流程同样至关重要。样品在采集、运输和保存过程中,如果处理不当,很容易导致农药残留的降解或转化,从而影响检测结果的准确性^[8]。因此,检测人员应制定严格的样品保存和处理规范。同时,为了避免交叉污染和干扰,检测人员还应对样品进行妥善的分类和标识。在检测过程中,检测人员还应严格遵守操作规程,确保样品

的和分析过程不受外界因素的干扰。

结语

食品中农药残留检测方法的优化与应用是保障食品安全的重要环节。通过综合运用多种检测技术、升级仪器设备、制定严格标准与规范以及加强环境与样品管理等措施,可以有效提高农药残留检测的准确性和可靠性,为食品安全保驾护航。未来,随着科技的不断发展,农药残留检测技术将不断创新和完善,为食品安全检测提供更加有力的技术支持。

参考文献

- [1] 张晓玲,陈智林,胡中元,等.QuEChERS方法在农药残留检测中的研究进展[J].中国食品工业,2024,(08):81-83.
- [2] 李丹,岳方伟.食品中农药残留检测与质量控制措施研究[J].中国食品工业,2024,(10):83-85.
- [3] 许岩.食品中的农药残留检测技术分析[J].现代食品,2024,30(08):169-171.
- [4] Abedeen Z M ,Sharma M ,Kushwaha S H , et al.Sensitive enzyme-free electrochemical sensors for the detection of pesticide residues in food and water[J].Trends in Analytical Chemistry,2024,176117729-.
- [5] 刘畅.食品中农药残留检测技术的研究进展与挑战[J].中国食品工业,2024,(06):94-96.
- [6] 王蕾.食品中农药残留检测技术的现状与发展趋势[J].食品安全导刊,2024,(05):170-172.
- [7] 查勇,姜琛.食品检测中标准化农药残留检测技术研究[J].中国标准化,2024,(08):198-201.
- [8] 樊启明,叶玉华,杨春艳.农药残留检测技术在食品质量检验中的应用[J].食品安全导刊,2024,(10):158-160.