

谈蔬菜中农药残留检测方法分析

王娜娜

山西省检验检测中心(山西省标准计量技术研究院) 山西 太原 030000

摘要: 蔬菜中农药残留对人体健康构成潜在威胁,因此选择合适的检测方法至关重要。本文概述了蔬菜农药残留的主要检测方法,包括生物测定法(如酶抑制率法)、色谱检测法(气相色谱法GC、液相色谱法LC、气相色谱-质谱联用GC-MS、液相色谱-质谱联用LC-MS)以及其他新型技术(固相萃取法、超临界流体萃取法)。文章还探讨了样品采集与处理、检测过程优化及新型技术应用与前景,为农药残留检测提供了参考。

关键词: 蔬菜;农药残留;检测方法

引言:蔬菜作为人们日常饮食的重要组成部分,其安全性直接关系到人体健康。然而,农药的广泛使用导致蔬菜中可能存在农药残留问题,这对消费者的健康构成了潜在风险。因此,开发高效、准确的农药残留检测方法对于保障蔬菜安全具有重要意义。本文旨在综述当前蔬菜中农药残留的主要检测方法,分析其优缺点,并探讨检测技术的优化方向,以期为农药残留检测领域的研究和实践提供有益的参考。

1 蔬菜与农药概述

1.1 蔬菜的分类与营养

(1) 有机蔬菜与绿色蔬菜的概念。有机蔬菜是指在蔬菜生产过程中严格遵循有机农业生产标准,不使用化学合成的农药、肥料、生长调节剂等物质,而是采用天然肥料和生物防治方法来保证蔬菜的健康生长。这类蔬菜更注重生态平衡和环境保护,通常被认为是更加健康和安全的选项。绿色蔬菜则是一个更为宽泛的概念,它通常指的是那些颜色鲜绿、富含营养、对人体健康有益的蔬菜。绿色蔬菜不仅包含有机蔬菜,还包括那些在生产过程中虽然可能使用了化肥和农药,但用量和残留均符合国家安全标准的蔬菜。(2) 蔬菜的主要营养成分与健康功能。蔬菜富含维生素C、维生素A、叶酸、钾、镁等营养素的重要来源。它们富含膳食纤维,有助于保持肠道健康、预防便秘,同时还能降低胆固醇水平,减少心脏病和糖尿病等慢性疾病的风险。此外,蔬菜中的抗氧化物质如维生素C、E和胡萝卜素等,可以帮助清除体内的自由基,减缓衰老过程,降低患癌症的风险。

1.2 蔬菜农药简介

(1) 农药的种类与用途。农药种类繁多,按主要防治对象可分为杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长调节剂等。杀虫剂主要用于防治害虫,杀菌剂用于防治病害,除草剂用于防除杂草,植物生长调节剂则用于调控

农作物的生长发育。这些农药的使用有助于提高农作物的产量和品质,保护农业生态环境。(2) 农药的历史与发展。农药的使用历史可追溯到几千年前,但真正意义上的农药概念和化学农药的发展则是在近代。随着科技的发展,农药经历了从天然药物到无机化合物,再到有机合成农药的演变过程。在当代,由于高残留农药的环境污染和残留问题,农药的研发方向已转向高效、低毒、低残留的新农药。

2 蔬菜农药残留问题

2.1 农药残留的定义与危害

(1) 农药残留的形成与超标原因。农药残留是指农药使用后,在农产品、土壤、水域或大气中残留的农药原体、降解物、代谢物以及它们与其他物质的反应产物。农药残留的形成源于农药在农作物上的直接使用,以及农药通过风、水、土壤等途径的迁移和积累。当农药使用量过大、使用方法不当或农药降解缓慢时,就可能导致农药残留超标。(2) 农药残留对人体的急性与慢性危害。农药残留对人体的危害主要体现在急性中毒和慢性损害两方面。急性中毒通常发生在短时间内摄入大量农药残留的情况下,可能导致头痛、恶心、呕吐、腹泻、呼吸困难等症状,严重时甚至危及生命。而慢性损害则是长期摄入低剂量农药残留导致的,包括神经系统、内分泌系统、免疫系统等多系统的损害,可能增加患癌、生殖问题、胎儿畸形等风险^[1]。

2.2 农药残留的现状与趋势

(1) 不同种类蔬菜农药残留的差异。不同种类的蔬菜对农药的吸收、积累能力不同,因此农药残留的情况也存在显著差异。一般来说,叶菜类蔬菜如菠菜、生菜等,由于叶片面积大、组织柔嫩,更容易吸收和积累农药,残留风险较高。而根茎类、果菜类蔬菜的农药残留情况则相对较低。(2) 农药残留检测技术的发展方向。

随着科技的进步和人们健康意识的提高,农药残留检测技术正朝着高效、快速、灵敏的方向发展。未来,农药残留检测技术将更加注重方法的简便性、准确性和可靠性,以满足更广泛、更深入的安全监测需求。同时,新型农药残留检测技术如生物传感器、纳米技术等也将不断涌现,为农药残留的安全监管提供有力支持。

3 蔬菜农药残留检测方法

3.1 生物测定法

(1) 酶抑制率法的原理与应用。酶抑制率法是一种基于生物化学反应的快速检测技术,其核心在于农药分子对特定酶的抑制作用。在蔬菜农药残留检测中,常用的酶是乙酰胆碱酯酶,该酶在正常情况下能够催化乙酰胆碱分解为胆碱和乙酸,而当样品中存在农药残留时,农药会与酶结合,导致酶活性降低,从而抑制乙酰胆碱的分解。通过测定反应体系中底物分解的速率变化,可以间接计算出农药残留的浓度。酶抑制率法因其操作简便、成本较低、无需复杂仪器和设备,而被广泛应用于蔬菜农药残留的初步筛查。该方法特别适用于田间地头的快速检测,以及基层农产品市场和质量监管部门的日常监测^[2]。(2) 生物测定法的优缺点分析。生物测定法的优点主要体现在其快速、简便和经济性上。然而,该方法也存在一些局限性。首先,酶抑制率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。其次,该方法只能提供定性的检测结果,无法给出具体的农药种类和浓度。此外,由于酶活性的影响因素较多,如温度、pH值等,因此检测结果可能受到环境条件的干扰。

3.2 色谱检测法

3.2.1 气相色谱法(GC)

(1) 原理与操作。气相色谱法是一种基于样品中各组分在气相和固定相之间分配系数的差异而实现分离的技术。在蔬菜农药残留检测中,样品首先被提取和净化,然后通过气相色谱柱进行分离。在分离过程中,不同农药分子在固定相上的吸附和解吸速率不同,从而实现分离。最后,通过检测器对分离后的农药分子进行定量测定。(2) 适用范围与优缺点。气相色谱法适用于检测易挥发、热稳定性好的农药残留,如有机氯、有机磷等。该方法的优点在于分离效果好、灵敏度高、重现性好。然而,对于极性大、挥发性低的农药残留,气相色谱法的分离效果可能不佳。此外,该方法需要使用有毒有害的有机溶剂进行样品提取和净化,可能对环境 and 操作人员造成危害。

3.2.2 液相色谱法(LC)

(1) 原理与操作。液相色谱法与气相色谱法类似,

但使用的是液体流动相。在蔬菜农药残留检测中,样品同样被提取和净化后,通过液相色谱柱进行分离。由于液相色谱法适用于极性大、挥发性低的化合物,因此该方法在农药残留检测中具有更广泛的适用性。(2) 与气相色谱法的比较。与气相色谱法相比,液相色谱法具有更高的灵敏度和选择性,特别适用于极性农药残留的检测。此外,液相色谱法还可以与多种检测器联用,如紫外检测器、荧光检测器等,进一步提高了检测的准确性和可靠性。然而,液相色谱法的操作相对复杂,需要较长的分离时间和较高的仪器成本^[3]。

3.2.3 气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)

(1) 原理与优势。气相色谱-质谱联用技术结合了气相色谱法的高分离能力和质谱法的高灵敏度、高选择性,能够同时提供农药残留的结构信息和定量分析数据。该方法通过气相色谱柱对样品进行分离后,利用质谱仪对分离后的农药分子进行离子化、质量分析和检测。(2) 在农药残留检测中的应用。GC-MS技术在蔬菜农药残留检测中具有广泛的应用价值。它能够准确识别并定量分析蔬菜中残留的各类农药,包括有机氯、有机磷、氨基甲酸酯等。此外,GC-MS技术还可以提供农药残留的结构信息,有助于农药的溯源和风险评估。

3.2.4 液相色谱-质谱联用技术(LC-MS)

(1) 原理与适用范围。液相色谱-质谱联用技术与气相色谱-质谱联用技术类似,但使用的是液体流动相。该方法特别适用于极性大、挥发性低的农药残留的检测。通过液相色谱柱对样品进行分离后,利用质谱仪对分离后的农药分子进行离子化、质量分析和检测。(2) 在农药残留检测中的优势。LC-MS技术在蔬菜农药残留检测中具有显著优势。首先,它具有更高的灵敏度和选择性,能够准确识别并定量分析蔬菜中残留的微量农药。其次,LC-MS技术能够同时提供农药残留的结构信息和定量分析数据,有助于农药的溯源和风险评估。此外,该方法还适用于多种类型的农药残留的检测,具有广泛的适用性^[4]。

3.3 蔬菜农药残留检测方法案例

在蔬菜农药残留检测中,常用的方法之一是利用气相色谱仪进行分析。以金针菇中联苯菊酯农药残留的检测为例,该方法不仅准确度高,而且操作相对简便。实验中,首先进行样品的预处理。将金针菇样品均质化后,使用乙腈作为提取剂,通过振荡和抽滤,将农药成分从样品中提取出来。随后,利用弗罗里矽柱进行净化,去除样品中的杂质,确保检测结果的准确性。在色谱条件方面,采用DB-17色谱柱,载气流量设定为

2.5ml/min, 进样口温度和检测器温度分别设定为200°C和320°C。通过程序升温, 使不同沸点的农药成分能够在色谱柱上得到有效分离。通过绘制标准曲线, 可以得到联苯菊酯的浓度与检测信号之间的线性关系。在该案例中, 线性方程为 $Y = 8521.58X - 19.7$, 相关系数 $R^2 =$

0.99982, 表明该方法在0.05~1.0 $\mu\text{g/mL}$ 范围内具有良好的线性关系。在实际检测中, 该方法的平均回收率在80.2%~94.7%之间, 说明该方法不仅准确性高, 而且具有良好的稳定性和可靠性, 适用于蔬菜中农药残留的快速检测。

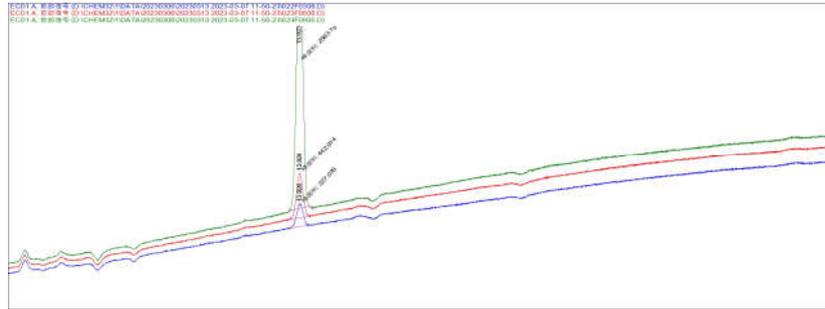


图1 联苯菊酯色谱图

4 农药残留检测方法的优化

4.1 样品采集与处理

在农药残留检测中, 样品采集是确保数据准确性的基础。代表性采样方法至关重要, 它要求从整个批次或田块中随机抽取样品, 确保每个部分都有被选中的可能性, 以全面反映整体农药残留水平。为增强代表性, 可采用分区、分层随机抽样法, 避免主观偏差。样品的前处理同样关键, 包括提取和净化两个步骤。提取旨在将农药从复杂的基质中释放出来, 常用方法如超声提取、微波辅助提取等, 以提高提取效率和回收率。净化旨在去除基质干扰, 提高检测灵敏度, 常用技术包括固相萃取(SPE)、凝胶渗透色谱(GPC)等。优化提取与净化条件, 如溶剂选择、pH值调节、温度控制等, 可显著提升检测效果。

4.2 检测过程的优化

标准曲线的构建是农药残留定量分析的基石。通过绘制已知浓度农药的标准溶液响应值曲线, 可建立浓度与响应值之间的线性关系。在实际检测中, 利用此曲线可准确计算样品中农药的浓度。确保标准曲线的准确性, 需使用高质量标准品, 并定期验证其适用性。样品净化方法的优化也是提高检测精度的关键。传统净化方法可能耗时且效率不高, 新型净化技术如在线SPE、微型柱净化等, 以其高效、便捷的特点逐渐受到青睐。通过优化净化条件, 如选择合适的吸附剂、调整流速等, 可有效去除干扰物质, 提高信噪比。

4.3 新型技术的应用与前景

分散固相萃取法(DSPE)和分散液液微萃取技术(DLLME)等新型前处理技术, 因其操作简便、快速、环境友好等特点, 在农药残留检测中展现出巨大潜力。

DSPE利用细小颗粒吸附剂快速捕获目标化合物, DLLME则通过微液滴快速萃取目标物, 两者均能有效减少溶剂消耗, 提高处理效率。未来农药残留检测技术的发展趋势将更加注重绿色、智能化和集成化。绿色检测技术强调使用环保材料和节能方法, 减少对环境的影响。智能化检测则利用AI、大数据等技术, 实现检测过程的自动化和数据分析的精准化。集成化技术将不同检测手段融为一体, 形成多功能、高效率的检测系统, 满足不同场景下的检测需求。

结束语

综上所述, 蔬菜中农药残留检测是确保食品安全的关键环节。当前, 已开发出多种检测方法, 各具特色与优势, 但也存在局限性。未来, 随着科技的不断进步和人们健康意识的日益增强, 农药残留检测技术将朝着更高效、准确、环保的方向发展。通过不断优化检测方法、创新技术手段, 我们有望实现对蔬菜中农药残留的更全面、更精准的监测, 为保障公众健康、促进农业可持续发展贡献力量。同时, 加强农药残留检测标准的制定与执行也是未来工作的重中之重。

参考文献

- [1]郭顺芬.蔬菜 and 水果中农药残留检测的质量控制措施探讨[J].农业开发与装备,2024,(09):91-92.
- [2]史慧琴,高丹,李丽.蔬菜中农药残留检测技术分析[J].中国食品工业,2024,(10):96-97.
- [3]孙甜.蔬菜种植中农药残留问题的探讨[J].河北农机,2023,(15):118-120.
- [4]刘美玲.我国蔬菜农药残留现状及预防对策[J].现代农业科技,2023,(12):113-116.