

食品检测中农药残留检测技术研究

张永军

海盐县食品药品检验检测中心 浙江 嘉兴 314317

摘要：食品检测中农药残留检测技术研究旨在探讨当前农药残留检测技术的最新进展及其在食品安全保障中的应用。本文综述了色谱法、质谱法、免疫分析法、酶抑制法和生物传感器法等常用农药残留检测技术的原理、特点及应用范围，并分析这些技术在农产品、水产品和加工食品中的具体应用案例。研究表明，这些技术为食品中农药残留的快速、准确检测提供了有力支持，有助于保障食品质量和消费者健康。

关键词：食品检测；农药残留；检测技术；食品安全

引言：食品安全是保障人民健康和社会稳定的重要因素，而农药残留作为食品安全的重要威胁之一，一直备受关注。随着科技的进步和人们对食品安全要求的提高，农药残留检测技术的研究和发展显得尤为重要。本文旨在综述当前农药残留检测技术的最新进展，探讨其在食品安全保障中的应用，以期为相关研究和实践提供参考。

1 农药残留概述

1.1 农药的分类及常见种类

农药根据其来源、用途和防治作用可以分为多种类型。按来源分类：农药可以分为矿物类、生物类、化学类和激素类。按用途分类：农药包括杀虫剂、杀螨剂、杀菌剂、生物生长调节剂等。按防治作用分类：农药可以分为防治剂和治疗剂。在我国蔬菜中常见的农药残留主要有以下几类；（1）有机磷类：这是广谱杀虫剂，应用广泛，包括乐果、敌百虫、敌敌畏、内吸磷、对硫磷、马拉硫磷等60余种。（2）有机氯类：这是高残毒农药，其中六六六、DDT等我国早已禁用，但至今仍有违规使用的情况，林丹、七〇五四、毒杀芬、氯丹等仍在继续使用。（3）氨基甲酸酯类：这是应用很广的新型杀虫剂与除草剂，如抗蚜威、克百威、西维因、残杀威、杀螟丹等。其毒性跟有机磷相似，但毒性较轻，恢复也快。

1.2 农药残留的产生途径

农药残留主要来源于农药的使用过程，具体有以下几种途径；第一、从土壤中吸收：喷施农药时，大部分药剂会流落到土壤中，部分药剂会在土壤中积累。作物根系在吸收水分和营养的同时，也会吸收这些药剂并转入到作物地上部位。某些具有挥发性的农药还会从土壤中挥发到空气中被作物吸收^[1]。第二、农药的直接喷施：农药喷施于农作物时，部分沉积在植物表面，部分渗入内部，内吸性药剂还会输导到植株各部位。这些在植

株体表或体内的农药，都会逐渐降解，使残留量逐渐降低。第三、空气飘移：农田周围施药后，农药会从着药表面挥发进入大气，吸附在飘浮的尘埃上，或者直接随气流飘来的雾滴、粉粒等，都会在一定距离外直接沉降或随雨水淋降在作物上。第四、由水携带：农田灌溉和喷药都要用大量的水，被农药污染的水会由此而进入农作物体内，水溶性大的农药更易随水进入农作物体内。

1.3 农药残留对人体健康的危害

农药残留对人体健康的危害主要表现在几个方面；（1）急性中毒：高毒农药残留会对神经系统产生影响，人可能会出现肌肉震颤、抽搐、惊厥、呼吸困难、昏迷等症状。（2）慢性影响：长期食用含有农药残留的食物，可能会导致慢性农药中毒，出现头晕、头痛、恶心、呕吐、食欲减退等症状。（3）致癌：有些农药成分可能致癌，比如有机氯、有机汞等，这些毒素可能在人体内长期留存，并引起慢性中毒。（4）致突变：有些农药具有致突变作用，可能会导致各种癌症和畸形。（5）免疫毒性：一些农药可能对免疫系统产生毒性作用，导致免疫力下降，容易生病。

2 常用农药残留检测技术的详细分析

2.1 色谱法

色谱法作为一种高效、精准的农药残留检测技术，在食品安全领域发挥着至关重要的作用。它主要包括气相色谱法（GC）和液相色谱法（HPLC）两大类，这两种方法各有其独特的优势和适用范围。气相色谱法（GC）特别适用于挥发性或热稳定性较好的农药残留检测。通过气相色谱仪的精密分离和检测功能，我们可以清晰地识别出样品中的不同组分，并据此实现农药残留的定性和定量分析。这种方法的准确性和可靠性得到了广泛认可，是农药残留检测中不可或缺的重要工具。而液相色谱法（HPLC）则更适用于非挥发性或热稳定性较

差的农药残留检测。与气相色谱法类似,液相色谱法同样能够高效地分离和检测样品中的不同组分,为农药残留的定性和定量分析提供有力支持。液相色谱-串联质谱(LC-MS/MS)技术的出现更是进一步提升了液相色谱法的检测能力,使其能够高效地分离并检测复杂样品中的多组分农药残留,具有极高的检测效率和良好的重现性。色谱法作为一种高效、精准的农药残留检测技术,在保障食品安全方面发挥着至关重要的作用。

2.2 质谱法及其联用技术

质谱法作为一种高灵敏度、高特异性的检测技术,在农药残留检测领域具有举足轻重的地位。其独特的分析能力使得即使在复杂基质中也能准确识别并测定微量的农药残留,为食品安全提供了坚实的保障。为了进一步提升检测的灵敏度和准确性,质谱法常常与色谱法联用,形成色谱-质谱联用技术。其中,气相色谱-质谱联用(GC-MS)和液相色谱-质谱联用(LC-MS)是最为常见的两种联用方式。气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术结合了气相色谱的高效分离能力和质谱的高灵敏度分析能力,使得检测过程更加精确和高效。通过气相色谱仪对样品进行分离后,再利用质谱仪对分离后的组分进行进一步的定性和定量分析。这种方法不仅能够准确测定农药残留的种类和含量,还能够提供丰富的结构信息,为农药残留的来源和代谢途径提供有力支持。而液相色谱-质谱联用(LC-MS)技术则更适用于分析更广泛的化合物,特别是对于更具极性的农药和农药代谢物,以及非挥发性分析物。液相色谱仪能够对样品进行高效分离,而质谱仪则能够对分离后的组分进行精确测定。这种联用方式不仅提高检测的灵敏度和准确性,还拓宽检测范围,使得更多种类的农药残留能够被准确检测出来。质谱法与色谱法的联用技术为农药残留检测提供更加高效、准确和可靠的手段,为食品安全保障注入新的活力。

2.3 免疫分析法

免疫分析法是一种基于体外生成原理的高效检测方法,其核心在于利用抗体作为生化探测器,通过特异性结合实现对农药残留的定性和定量分析。这一技术以其高度的特异性和灵敏度,在农药残留检测领域展现出了巨大的应用潜力。在免疫分析法中,酶联免疫吸附(ELISA)是一种广泛应用的检测方法。该方法通过将农药残留与特异性抗体结合,形成抗原-抗体复合物,再利用酶标记的抗体进行检测^[2]。由于酶的高效催化作用,使得ELISA方法能够在短时间内产生明显的信号变化,从而实现农药残留的快速筛查和定量检测。这种方法的准

确性和可靠性得到了广泛认可,是农药残留检测领域的重要工具之一。除了ELISA外,化学发光免疫(CLIA)和荧光免疫分析(FIA)也是基于抗原-抗体反应原理的免疫分析法。这两种方法通过不同的标记物进行检测,具有操作简便、检测快速且高效的特点。CLIA利用化学发光物质作为标记物,通过发光信号的强弱来判断农药残留的含量;而FIA则利用荧光物质作为标记物,通过荧光信号的强度和波长来实现对农药残留的定性和定量分析。这两种方法的应用进一步丰富了免疫分析法的检测手段,提高了检测的准确性和灵敏度。免疫分析法以其独特的优势和广泛的应用前景,在农药残留检测领域发挥着越来越重要的作用。随着技术的不断进步和创新,有理由相信,免疫分析法将在未来的农药残留检测中发挥更加重要的作用。

2.4 酶抑制法

酶抑制法检测农药残留是一种集快速性、高灵敏度、操作简便以及成本低廉等优点于一身的检测技术。该方法巧妙地利用了农药对特定酶的抑制作用,通过精准测量酶活性的变化,实现对农药残留的有效检测。在快速性方面,酶抑制法能够在极短的时间内完成检测,这对于需要快速流转的农产品而言至关重要。这种高效的检测手段能够迅速为农产品提供安全标签,保障其及时上市销售。酶抑制法还具备高灵敏度的特点,能够精准地检测出极微量的农药残留,其检测限可达到微克甚至纳克级别。这种高灵敏度的检测能力,使得农产品中的农药残留无处遁形,为消费者提供了更加安全的食品保障。在操作简便性方面,酶抑制法的使用门槛较低,即使专业化程度不高的人员也可以通过简单的学习掌握果蔬农残的快速检测方法。这使得该技术更加普及,能够广泛应用于各种农产品检测场景中。酶抑制法的成本也相对较低,所需的试剂和设备成本均较为低廉,可以满足大规模的检测需求。这种低成本、高效率的检测手段,为农产品的质量监管提供了有力的技术支持^[3]。

2.5 生物传感器法

生物传感器法是一种创新的农药残留检测技术,它巧妙地利用生物分子(如酶、抗体、核酸等)与农药残留之间的特异性反应,将这种反应转化为可测量的信号(如电信号),从而实现农药残留的快速检测。该方法的高灵敏度是其显著优势之一,能够迅速响应农药残留的存在,并产生明显的信号变化,使检测更加准确可靠。生物传感器法的快速响应特性也使其在现场监测和快速筛查中展现出巨大潜力,能够在短时间内完成检测,为农产品的及时上市提供有力保障。生物传感器法

的操作简便性也是其受欢迎的原因之一。与传统的检测方法相比,生物传感器的使用相对简单,不需要复杂的预处理步骤和昂贵的设备,降低了检测门槛,使更多人能够掌握和应用这一技术。尽管生物传感器法具有诸多优点,但其稳定性和重复性仍是制约其广泛应用的主要问题。生物材料的制备和保存条件也较为苛刻,这不仅增加了检测成本,还提高了操作复杂性。在未来的研究中,如何提高生物传感器的稳定性和重复性,以及优化生物材料的制备和保存条件,将是推动生物传感器法在农药残留检测领域广泛应用的关键。

3 农药残留检测技术的具体应用

3.1 农产品中的农药残留检测

在农产品中,农药残留检测技术的应用至关重要。农产品,如蔬菜、水果、粮食和茶叶等,是人们日常饮食的重要组成部分,其安全性直接关系到消费者的健康。色谱法、质谱法及其联用技术在此类检测中发挥着重要作用。例如,气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)可以精确检测农产品中多种农药的残留量,包括有机磷、有机氯、拟除虫菊酯类农药等。这些技术不仅提供了高灵敏度和准确性的检测结果,还能够帮助监管部门及时发现和处理农药残留超标的问题,保障农产品的安全和质量。

3.2 水产品中的农药残留检测

水产品中的农药残留检测同样不容忽视。由于水产品的生长环境复杂,可能受到来自水体、饲料或养殖过程中的农药污染。需要采用更加灵敏和特异的检测技术来确保水产品的安全性。酶抑制法和免疫分析法在此类检测中具有显著优势。酶抑制法能够快速检测出水产品中的农药残留,特别是对于那些对酶活性有抑制作用的农药^[4]。而免疫分析法则利用特异性抗体与农药残留的结合反应,实现高灵敏度和高特异性的检测。这些技术的应用有助于及时发现和处理水产品中的农药残留问题,

保护消费者的健康。

3.3 加工食品中的农药残留检测

加工食品中的农药残留检测也是一项重要任务。加工食品通常经过多道工序处理,包括清洗、切割、烹饪和包装等,这些过程可能会影响农药残留的检测。因此需要采用更加复杂和精细的检测技术来确保加工食品的安全性。色谱-质谱联用技术(如LC-MS/MS)在此类检测中发挥着重要作用。这些技术能够高效分离并检测复杂样品中的多组分农药残留,即使经过加工处理,也能准确识别出农药残留的种类和含量。生物传感器法也因其快速响应和高灵敏度的特点,在加工食品的农药残留检测中逐渐得到应用。这些技术的应用有助于保障加工食品的安全性和质量,维护消费者的健康权益。

结束语

食品检测中农药残留检测技术的不断研究和发展,为食品安全提供了有力保障。通过综述各种农药残留检测技术的原理、特点及应用范围,发现每种技术都有其独特的优势和适用范围。未来,随着科技的不断进步和人们对食品安全要求的进一步提高,农药残留检测技术将向着更高效、更灵敏、更便捷的方向发展。期待更多的研究者加入到这一领域,共同推动农药残留检测技术的进步,为食品安全保驾护航。

参考文献

- [1]焦从丝.食品检测中农药残留检测技术研究[J].现代食品,2024,30(6):58-60.DOI:10.16736/j.cnki.cn41-1434/ts.2024.6.020.
- [2]曾妙湘.食品检测中农药残留检测技术研究[J].中国食品工业,2023,(16),55-57.
- [3]李天星.食品检测中农药残留检测技术研究[J].食品界,2021(9):92.DOI:10.3969/j.issn.2095-638X.2021.09.033.
- [4]梁远志.食品检测中农药残留检测技术研究[J].中国航班,2024(9):194-196.