

# 食品中农兽药残留检测新技术进展分析

张娟

中检集团中原农食产品检测(河南)有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 随着农业生产中农兽药使用的不断增加,食品中农兽药残留问题日益受到关注。为确保食品安全,保障公众健康,农兽药残留检测技术的研究与发展显得尤为重要。本文综述了近年来食品中农兽药残留检测的新技术进展,包括免疫分析法、仪器分析法以及生物传感器技术等,并探讨了这些技术的优缺点及未来发展趋势。通过对比分析,本文旨在为食品安全监管提供科学依据,推动农兽药残留检测技术的不断创新与发展。

**关键词:** 食品;农兽药残留;检测;新技术进展

## 引言

农兽药在农业生产中发挥着防治病虫害、提高农作物产量的重要作用。然而,农兽药残留问题也随之而来,对食品安全和公众健康构成了潜在威胁。因此,开展食品中农兽药残留检测新技术的研究,对于确保食品安全、保障公众健康具有重要意义。

### 1 农兽药残留检测的重要性

农兽药残留检测的重要性,在食品安全、市场秩序维护以及农业绿色发展等多个维度上均展现出其不可或缺的价值,是确保公众健康、促进经济与社会和谐发展的坚实基础。首先,从保障消费者健康的角度来看,农兽药残留检测是守护食品安全的第一道,也是最为关键的防线。在农业生产过程中,农药和兽药被广泛用于防治病虫害、提高农作物产量和动物生长效率,然而,这些化学物质在食品中的残留若超过安全限量,将对人体健康构成严重威胁。长期摄入含有超标农兽药残留的食品,可能导致慢性中毒,影响内分泌系统的正常功能,甚至损害肝肾功能,进而引发一系列健康问题<sup>[1]</sup>。因此,通过实施严格的农兽药残留检测,能够及时发现并有效控制食品中的有害物质含量,确保消费者能够食用到安全、健康的食品,这是维护公众健康权益的基本要求,也是构建和谐社会的重要一环。其次,农兽药残留检测在维护市场秩序、促进公平竞争方面同样发挥着至关重要的作用。在食品生产和销售链条中,一些不法商家为了追求更高的利润,可能会采取违规使用农药和兽药的手段,以降低生产成本、提高产量。这种行为不仅严重损害了消费者的合法权益,还扰乱了正常的市场秩序,破坏了公平竞争的环境。通过加强农兽药残留检测,监管部门能够及时发现并查处这些违规行为,对不法商家进行严厉打击,从而维护市场的公平竞争,保障合法商家的权益,促进食品行业的健康发展。最后,随着消费

者对食品安全和环境保护意识的不断提升,绿色、有机、无污染的食品越来越受到市场的青睐。这些食品的生产过程要求减少化学物质的投入,降低对环境的污染,实现农业生产的可持续发展。通过加强农兽药残留检测,可以引导农业生产者更加合理地使用农药和兽药,减少不必要的化学物质使用,推动农业生产向更加环保、可持续发展的方向发展。

### 2 食品中农兽药残留检测新技术研究进展

#### 2.1 传统技术优化升级

在食品安全保障体系中,传统的色谱与质谱仪器分析技术始终扮演着至关重要的角色,且随着科技的不断进步,这些技术正经历着持续的优化与升级,以更好地满足农兽药残留检测的高要求。高效液相色谱法(HPLC)、气相色谱(GC)、液相色谱-串联质谱联用技术(LC-MS/MS)与气相色谱-质谱联用技术(GC-MS/MS)作为其中的佼佼者,已经成为当前农兽药残留检测领域不可或缺的核心工具,它们在提升检测灵敏度与准确性方面取得了显著成效。高效液相色谱法(HPLC)作为色谱技术的一种,凭借其卓越的分离效能,在农兽药残留分析中展现出了独特的优势。通过采用高压输液系统,HPLC能够将样品中的不同组分在固定相与流动相之间进行有效分离,进而实现对农兽药残留物的精确检测。随着技术的不断迭代,HPLC的分离效率与检测灵敏度得到了显著提升,使得其在处理复杂基质样品时更加得心应手。同时,HPLC还能够实现多种残留物的同时检测,大大提高了检测效率<sup>[2]</sup>。气相色谱(GC)法在有机磷和有机氯菊酯类农残定量检测中,其定量准确性占有很大的优势。而气相色谱-质谱联用技术(GC-MS/MS)则是另一种在农兽药残留检测中占据重要地位的先进方法,该技术结合了气相色谱的高效分离能力与质谱的高灵敏度、高鉴别力,能够实现农兽药残留物的精准定

性与定量分析。在GC-MS/MS系统中,样品首先通过气相色谱柱进行分离,随后进入质谱仪进行离子化、质量分析和检测,这一过程不仅使得GC-MS能够准确识别出样品中的目标化合物,还能提供丰富的结构信息,有助于对未知化合物进行鉴定。特别是在处理含有多种残留物的复杂样品时,GC-MS/MS的高鉴别能力使其能够准确区分不同化合物,避免了误判和漏检的风险。此外,GC-MS/MS还具有检测速度快、重现性好等优点,使得其在农兽药残留检测中得到了广泛应用。另外,对于不宜挥发的农兽药残留,液相色谱-串联质谱联用技术(LC-MS/MS)可以实现多种农兽药残留同时分析,且整体分析时间短,效率高,灵敏度好,定性和定量都具备很强的优势;因此液相色谱-串联质谱联用技术(LC-MS/MS)法不论在农兽药残留筛查和定量分析中,都是不可或缺的技术手段。

## 2.2 免疫分析法

免疫分析法基于抗原与抗体之间的特异性结合原理,能够实现对农兽药残留的快速、灵敏检测。由于农兽药残留成分往往含量较低且缺乏直接的免疫原性,因此在实际操作中,检测人员通常会利用动物体内产生的抗体作为检测工具,通过将其与待测样品中的潜在抗原置于同一反应体系中,观察两者结合后产生的特定信号变化,从而实现对农兽药残留的有效识别与定量。这种方法不仅具有高度的特异性,能够准确区分目标化合物与非目标化合物,而且操作简便、反应迅速,极大地提高了检测效率。免疫分析法涵盖了荧光免疫检测、层析免疫检测以及酶联免疫检测等多种技术手段,酶联免疫检测技术以其操作简便、成本低廉、无需担心标记物衰变及避免有害物质产生的优点,成为了性价比极高的农兽药残留检测方法。该技术在实验室及现场检测中均得到了广泛应用,成为保障食品安全的重要工具,荧光免疫检测则通过利用荧光标记物,使检测结果更加直观、敏感,适用于对微量农兽药残留的快速筛查<sup>[3]</sup>。而层析免疫检测技术则以其便携性、高效性在农兽药残留检测中独树一帜,该技术通常以固体材料作为载体,使得检测设备轻便易携,便于检测人员随时随地开展检测工作。在检测过程中,检测人员通过观察胶体金等标记物的颜色变化,即可快速判断样品中农兽药残留的情况。近年来,随着技术的不断进步,层析免疫检测技术在检测速度与通量上均取得了显著提升,不仅能够在短时间内完成大量样品的检测,还能够保持较高的检测精度,为食品安全监管提供了强有力的技术支持。值得注意的是,尽管免疫分析法在农兽药残留检测中展现出诸多优势,

但其检测结果仍可能受到多种因素的影响,如抗体特异性、样品处理条件、检测环境等。因此,在实际应用中,检测人员需要严格控制实验条件,优化检测流程,以确保检测结果的准确性与可靠性。

## 2.3 仪器分析法

在现代食品安全监管体系中,仪器分析法作为检测食品中农兽药残留的关键技术之一,发挥着不可替代的作用。该方法依赖于高精度的色谱分析仪器,能够实现对农兽药残留的高效、准确检测,其高重现性的特征确保了检测结果的稳定性和可靠性,为食品安全监管提供了坚实的科学支撑。仪器分析法主要包括液相色谱法和气相色谱法两大类,这两种方法均具备同时开展定性与定量分析的能力,且检测灵敏度极高,能够精确捕捉到食品中微量的农兽药残留物。在色谱分析的过程中,质荷比成为了判定与分析的关键参数,它如同色谱分析的“指纹”,能够准确区分不同的化合物,从而实现对多种农兽药残留物的有效检测。这一特性使得仪器分析法在应对复杂多变的农兽药残留检测任务时,展现出了强大的适应性和灵活性。在具体操作层面,液相色谱法与气相色谱法各有千秋。液相色谱法适用于极性较强、热稳定性较差的农兽药残留物的检测,其通过高压输液系统,将不同极性的单一溶剂或不同比例的混合溶剂、缓冲液等流动相泵入装有固定相的色谱柱,在柱内各成分被分离后,进入检测器进行检测,从而实现对农兽药残留物的定量分析。而气相色谱法则更适用于挥发性、热稳定性好的农兽药残留物的检测,它利用物质在气相和固定液膜之间的分配系数差异,使不同物质得以分离,并通过检测器进行测定,实现对农兽药残留物的定性及定量分析。

## 2.4 生物传感器技术

生物传感器技术是一种将生物分子识别元件与信号转换元件紧密结合,用于检测目标化合物的分析技术,这一技术融合了生物化学、传感技术、微电子学、光学、热学等多个学科的知识,具有灵敏度高、特异性强、操作简便、分析速度快等优点,在食品安全、环境监测、医疗保健等多个领域展现出了广泛的应用前景。生物传感器的基本工作原理是,待测物质首先通过扩散作用到达生物识别元件,该元件上的分子识别位点会与待测物质进行特异性结合,从而触发生物化学反应。这一过程中产生的生物学信息,如热量、光、电等,随后通过信号转换元件被转化为可以定量处理的电信号、光信号等,这些信号经过进一步放大和处理后,便可通过电子仪器进行测量和记录,从而实现对目标化合物的定

性和定量分析。在食品安全领域,生物传感器技术被广泛应用于农兽药残留的检测。由于农兽药残留成分往往含量较低,且对食品安全和人体健康具有潜在危害,因此快速、准确地检测这些残留物对于保障食品安全至关重要。生物传感器技术凭借其高灵敏度和特异性,能够实现农兽药残留物的精准检测,例如酶生物传感器可以利用酶与底物的特异性反应来检测农药残留;免疫生物传感器则通过抗原与抗体的特异性结合来检测兽药残留<sup>[4]</sup>。这些传感器不仅操作简便、分析速度快,而且能够同时检测多种残留物,大大提高了检测效率和准确性。此外,随着生物技术的不断发展和传感器技术的不断创新,生物传感器技术也在不断更新和升级。如纳米生物传感器的出现将生物传感器技术与纳米技术相结合,提高了传感器的灵敏度和稳定性;可穿戴生物传感器的开发则使得生物传感器技术能够更加方便地应用于人体健康监测和疾病诊断等领域。这些新型生物传感器的出现不仅拓宽了生物传感器技术的应用范围,还提高了其检测精度和可靠性。

### 3 农兽药残留检测技术发展趋势

随着食品安全问题的日益凸显,农兽药残留检测技术的发展趋势正朝着更加简便、高效、智能化的方向迈进。在当前的食品安全监管体系中,如何实现快速、准确的农兽药残留检测,成为了亟待解决的关键问题。未来,农兽药残留检测技术将呈现出以下几大发展趋势:

(1) 简便化检测将成为农兽药残留检测技术的发展主流,传统的检测技术往往操作繁琐,耗时长,且对操作人员的专业技能要求较高,这在一定程度上限制了检测技术的应用范围。因此,开发更加简便、易操作的检测技术,成为了当前研究的重点。未来的农兽药残留检测技术将更加注重自动化、模式化以及高效快速的特点,通过引入先进的自动化设备,实现检测过程的自动化和智能化,从而大大提高检测效率。同时,通过优化检测流程,减少人为因素的干扰,提高检测的准确性和可靠性。(2) 配备便携式的检测设备将是农兽药残留检测技

术发展的另一大趋势,传统的检测设备往往体积庞大,重量较重,且对放置环境要求较高,这无疑增加了检测工作的难度和成本。为了解决这个问题,未来的检测设备将更加注重小型化、轻便化的设计,使得检测人员能够随身携带,随时随地开展检测工作。这不仅将大大提高检测工作的灵活性和便捷性,还将有助于扩大检测范围,提高食品安全监管的覆盖面。(3) 应用互联网技术,实现食品信息的追溯和实时检测,将是农兽药残留检测技术发展的又一重要方向。随着物联网、大数据等技术的不断发展,未来的食品将拥有一个独立的代码,通过这个代码,可以追溯食品的来源、生产过程、运输流程以及销售情况等各个环节的信息。这将有助于实现对食品安全的全程监控,及时发现和解决潜在的安全问题。在具体实施过程中,可以通过构建先进的食品安全信息系统,将各项检测数据实时上传至云端,利用大数据技术进行分析和处理,形成科学的决策支持。

### 结语

综上所述,食品中农兽药残留检测新技术的研究与发展取得了显著进展。免疫分析法、仪器分析法以及生物传感器技术等新技术在农兽药残留检测中展现出了高效、准确、灵敏等优点,为食品安全监管提供了有力支持。然而,这些技术仍存在一些局限性,如操作繁琐、设备昂贵、检测范围有限等。因此,未来农兽药残留检测技术的研究应更加注重简便化、高效化、智能化的发展方向,推动技术的不断创新与升级。

### 参考文献

- [1] 李小静.食品中农兽药残留检测相关技术的探讨[J].农家致富顾问,2020(2):135-135.
- [2] 杨琴,崔陆军.食品中农药兽药残留检测技术研究[J].食品安全导刊,2020,No.292(33):155-155.
- [3] 王昌伟,周丕丕.食品中农药兽药残留检测相关技术分析[J].畜牧业环境,2020,(2):41-41.
- [4] 徐辉,浅析动物源食品中兽药残留检测技术的应用[J].食品安全导刊,2021(7):13-15.