

农残兽残检测前处理中的质量控制与风险管理

李笑颜

乌兰察布市农畜产品质量安全中心, 内蒙古 乌兰察布 012000

[摘要]文中探讨了农残和兽残检测前处理中的质量控制与风险管理策略。随着食品安全问题日益受到关注,检测精度和前处理过程的可靠性成为关键。文章分析了农残兽残检测前处理环节中可能存在的风险点,如样品提取、净化、浓缩等,并提出了相应的质量控制措施。通过加强前处理环节的质量管理,可以有效降低误差,提升检测结果的准确性与可靠性。文章还讨论了实验室风险评估及其在实际操作中的应用,以确保农兽残检测过程的稳定性与合规性。

[关键词]农残检测;兽残检测;质量控制;风险管理;前处理

DOI: 10.33142/nsr.v2i1.15905

中图分类号: O657.3

文献标识码: A

Quality Control and Risk Management in Pre-treatment of Pesticide and Animal Residue Testing

LI Xiaoyan

Ulanqab Agricultural and Livestock Product Quality and Safety Center, Ulanqab, Inner Mongolia, 012000, China

Abstract: This article explores quality control and risk management strategies in the pre-treatment of pesticide and animal residue detection. With the increasing attention to food safety issues, the accuracy of detection and the reliability of pre-processing processes have become key. The article analyzes the possible risk points in the pre-treatment process of pesticide and animal residue detection, such as sample extraction, purification, concentration, etc., and proposes corresponding quality control measures. By strengthening the quality management of the pre-processing stage, errors can be effectively reduced, and the accuracy and reliability of detection results can be improved. The article also discusses laboratory risk assessment and its application in practical operations to ensure the stability and compliance of the pesticide residue detection process.

Keywords: pesticide residue detection; animal residue detection; quality control; risk management; pre-treatment

引言

农残和兽残的检测对食品安全保障具有重要意义。前处理是检测过程中的关键环节,直接影响检测结果的准确性。然而,在实际操作中,由于样品复杂性、前处理步骤多样等因素,质量控制和风险管理成为了不可忽视的问题。本文旨在分析前处理过程中可能出现的风险因素,提出合理的控制措施,并探讨如何通过科学管理手段提升前处理环节的稳定性与检测精度,为农残兽残检测提供理论支持。

1 农残兽残检测前处理的基本过程

1.1 样品采集与保存

农残和兽残检测的首要步骤是样品采集,这一环节的代表性和准确性对最终检测结果的可靠性至关重要。在农业生产过程中,采样应确保具有广泛的代表性,避免仅从单一地点或单一时间段采集样品,以减少偏差和误差的可能性。不同类型的样品(如水果、蔬菜、肉类、谷物等)应根据其特性采取相应的采样方法,采样的数量和方式应符合相关的国家标准或国际标准,确保样品的均匀性和广泛性,以便能够全面反映整体生产批次的农残或兽残残留情况。此外,采集后的样品需要尽快进行保存,通常应采用低温(-18℃或更低)的条件存储,以防止样品中的农残或兽残成分因温度、湿度变化而发生挥发、降解或反应,影响其原始特性。科学合理的保存方法不仅能最大程度地

保持样品的真实性,还能有效保证后续检测过程中的结果准确性与可靠性^[1]。

1.2 样品预处理(提取、净化、浓缩等)

样品预处理是农残和兽残检测过程中至关重要的一步,其主要目的是从复杂的样品基质中有效提取目标物质,同时去除可能干扰检测的杂质和其他成分。常见的提取方法包括溶剂提取、固相萃取(SPE)和超临界流体提取等。在溶剂提取中,通常采用极性溶剂,如乙腈、甲醇等,这些溶剂能够高效溶解样品中的农残或兽残物质,提取效率和选择性是其关键指标。净化步骤紧随其后,目的是去除提取液中的杂质和干扰物质,常用的方法有固相萃取(SPE)和液-液萃取(LLE),它们能够有效分离目标物质与基质中的干扰成分。为了提高检测灵敏度和准确性,通常还需进行浓缩处理,将提取液中的有用成分浓缩到适合后续分析的浓度水平。常用的浓缩方法包括旋转蒸发和氮气流吹干等技术,这些方法能够在不损失目标物质的情况下,去除多余的溶剂或水分,从而使得浓缩后的样品更适合进行高效的后续分析和检测。

1.3 检测方法与技术应用(GC-MS、LC-MS等)

在农残兽残检测中,采用的分析技术应具有高灵敏度和高选择性。气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)和液相色谱-质谱联用技术(LC-MS)是当前广泛应用于农残和

兽残检测的两种主要方法。GC-MS 适用于挥发性或热稳定性的农残兽残的检测，具有较高的分辨率和定量能力，尤其适用于含有有机氯、氟、磷等农药成分的检测。而 LC-MS 则更加适合检测热不稳定和极性较大的物质，如一些兽药残留、激素类物质等。LC-MS 技术结合高效液相色谱分离和质谱分析，能够实现复杂基质中的目标物质的高效分离和灵敏检测。随着技术的发展，其他新型检测方法如高效毛细管电泳（CE）、免疫分析技术等也逐渐被应用于农残兽残的检测中，为提高检测精度和效率提供了更多选择。

2 前处理中的质量控制要点

2.1 样品一致性与代表性

在农残和兽残检测中，样品的一致性和代表性是确保检测结果可靠性的基础。采样时，必须保证样品能够充分反映待测物质的分布特征，因此采样点应根据样品的种类、生产环境以及预期目标物质的分布特征来选择。样品的处理和保存过程中，要确保每个样品都得到同等的处理条件，避免由于样品处理不均匀而导致检测结果的偏差。样品的分割、均化和混合方法要规范，尤其对于易受温度、湿度等外部环境影响的样品（如水果和蔬菜），要特别注意保持其代表性，以确保最终检测结果的真实性和精确性。

2.2 试剂与设备的标准化管理

试剂和设备的质量管理是前处理过程中确保实验结果准确的另一重要环节。试剂的批次和有效期对实验结果有直接影响，因此应定期进行试剂质量检查，确保所使用试剂符合质量标准，并且没有受到污染。此外，不同厂商生产的试剂可能存在一定差异，在使用过程中应确保所有试剂符合所采用检测方法的要求。设备的标准化管理同样至关重要，尤其是高精度仪器（如液相色谱仪、质谱仪）的校准和维护必须严格按照规定执行，定期进行性能验证和检查，确保设备的精度和稳定性。此外，实验过程中所使用的玻璃器具、塑料容器等耗材也应严格管理，避免由于不合格的耗材造成样品污染或损失^[2]。

2.3 环境因素对前处理的影响

实验室环境对前处理过程的影响不可忽视。温度、湿度、空气质量等因素都可能影响样品的稳定性和分析结果的准确性。比如，某些农残成分对高温或高湿度敏感，环境条件的不当可能导致目标物质的挥发、降解或水合作用，从而影响检测结果。因此，实验室应保持恒定的温湿度环境，并定期进行环境条件的监控和调整。此外，实验室应保持清洁、无尘的环境，以防止样品受到外界污染。在使用溶剂、化学试剂等过程中，也应尽量减少气味污染和有害气体的释放，确保实验室内环境的安全性和样品处理的无干扰。

2.4 操作人员技能与培训要求

操作人员的技能和素质直接影响前处理质量的稳定性和检测结果的准确性。操作人员必须具备扎实的理论知识和丰富的实践经验，能够熟练掌握前处理的各项技术，

尤其是复杂样品的处理流程。在培训方面，实验室应定期组织操作人员进行相关技能培训，确保他们了解最新的前处理技术、质量控制要求及实验室安全操作规程。培训内容应包括常见设备的操作方法、试剂和耗材的管理、环境控制及样品处理的注意事项等，确保操作人员进行农残兽残检测时能够严格遵循操作规范，减少人为误差和操作失误。此外，操作人员应具备较强的应变能力，在面对突发情况时能够快速采取相应的补救措施，保障前处理环节的顺利进行。

3 风险管理在前处理中的应用

3.1 风险识别与评估

在农残兽残检测的前处理过程中，风险识别与评估是确保检测结果准确性和可靠性的前提。风险识别的首要任务是找出整个前处理过程中可能导致误差或不准确的环节。常见的风险点包括样品采集不当、试剂污染、设备故障、操作失误等。通过对每一个环节的详细分析，能够识别出潜在的风险因素。评估阶段则是根据风险发生的可能性和影响程度，对识别出的风险进行定量或定性分析。高风险的环节需优先考虑改进措施，而低风险环节则可通过常规管理保持稳定。常用的评估工具包括风险矩阵和故障模式效应分析（FMEA），有助于对风险进行分级和优先级排序，确保重点环节得到有效控制^[3]。

3.2 关键控制点（CCP）与控制措施

在前处理过程中，关键控制点（CCP）是指在整个检测流程中，任何可能对产品质量造成重大影响的环节。CCP 的识别通常基于对风险的评估，只有那些可能导致不符合质量标准或检测结果失真的环节，才被视为关键控制点。例如，样品提取过程中可能由于操作不当或溶剂选择不当而导致目标物质的损失，需严格控制该环节。针对每个 CCP，必须制定相应的控制措施，包括标准操作程序（SOP）、严格的质量检查、设备校准、环境监控等。通过控制这些关键点，可以有效降低前处理过程中的风险，并保证最终检测结果的准确性。

3.3 实验室内风险管理流程与实践

实验室内风险管理流程应当系统化，并嵌入到日常操作中。在实践中，首先，实验室应建立健全的风险管理体系，包括风险识别、评估、控制和监控等环节。每个操作环节的潜在风险都应记录在案，并采取针对性的风险控制措施。其次，定期进行风险评估与审核，确保管理措施的有效性和时效性。例如，每次检测前，操作人员需对所用设备进行检查与校准，确保其处于最佳工作状态。实验室还应定期开展模拟应急演练和风险审计，确保在遇到突发情况时，能够及时采取应对措施，防止风险扩展。

3.4 风险评估方法（如 FMEA）在前处理中的应用

故障模式效应分析（FMEA）是一种系统的风险评估方法，可以帮助识别前处理过程中可能导致故障或失误的各个环节，并评估这些故障对最终结果的影响。FMEA 方

法通过对每一故障模式进行分析,评估其发生的概率、影响程度以及可检测性,并为每一项风险分配风险优先级数值(RPN)。高RPN值的风险需要优先进行处理。FMEA方法在前处理中的应用,不仅能够发现潜在的风险,还能够帮助设计合理的控制措施,防止问题的发生。例如,在样品净化环节中,FMEA分析可能揭示出由于操作人员技能不足导致目标物质损失的风险,进而采取加强培训和设备优化的措施。此外,FMEA还可以帮助实验室建立更为科学的质量管理体系,实现持续改进。

4 改进措施与未来发展方向

4.1 新技术的应用前景(如自动化与智能化)

随着科技的不断进步,自动化与智能化技术的应用前景在农残兽残检测中逐渐显现。自动化设备的引入可以大大提高前处理过程的效率和精度。例如,自动化样品提取和净化系统能够减少人工操作中的误差和偏差,从而保证样品的一致性和代表性。此外,智能化技术结合物联网和人工智能(AI)可以实时监控实验室的各个环节,自动检测设备运行状态、环境变化以及样品处理进度,并根据数据反馈调整操作参数,进一步提高检测结果的准确性。未来,随着机器学习算法的成熟,智能化系统还可以通过历史数据分析和模式识别来优化实验过程,进一步提升实验室的生产力和工作效率。

4.2 国际标准与法规的对比分析

随着全球对食品安全的日益重视,各国和地区在农残兽残检测方面制定了严格的标准和法规。不同国家和地区的标准存在一定差异,但大多数都强调对农残兽残检测的质量控制要求。通过对国际标准与法规的对比分析,实验室可以更好地了解国际检测的最新趋势与要求,及时更新操作规程,确保检测结果符合国际认可标准。例如,欧洲和美国在农残兽残检测方法的选择上有一定差异,欧洲更倾向于使用LC-MS/MS等高效方法,而美国则更多采用GC-MS技术。通过这些对比,实验室可以根据自身的实际情况,选择合适的检测技术和方法,并确保其符合法规要求,为全球市场提供合规的检测服务。

4.3 提高检测精准度的策略

提高检测精准度是农残兽残检测中的核心目标。为了提高精准度,首先要确保样品预处理过程的标准化与一致性,减少因样品不均匀或预处理方法不当而导致的误差。其次,采用更加精密和高效的检测技术,如多重检测平台

结合高效液相色谱-质谱联用技术(LC-MS/MS)或气相色谱-质谱联用技术(GC-MS),可以提高分析的灵敏度与准确性。此外,优化检测流程、定期校准设备、加强操作人员的技术培训等也是提高检测精准度的重要策略。通过这些综合措施,能够有效减少检测过程中的偏差和误差,提高结果的可靠性^[4]。

4.4 长期质量控制体系的构建与优化

为了确保农残兽残检测的长期稳定性和可靠性,实验室需要构建完善的质量控制体系。首先,实验室应建立一套标准化的操作流程,确保每个环节都可以进行严格监控和管理。其次,质量控制体系应包括设备校准、试剂和耗材管理、操作人员培训等方面,并定期进行质量评估和内部审核。此外,实验室还应加强与外部机构的合作,如参与国际质量认证和外部实验室间比对,定期进行跨实验室的比对研究,确保检测结果在国际范围内的认可性。随着质量控制技术的不断发展,未来可以引入更加精细化的管理手段,如基于大数据和人工智能的质量管理系统,实时监控实验室的各项质量指标,提升质量控制的精准度与效率,保障检测的持续高效和稳定。

5 结语

农残和兽残检测前处理中的质量控制与风险管理是保证检测准确性与可靠性的关键。通过优化前处理流程、加强质量控制和实施有效的风险管理,可以大幅提升检测结果的稳定性与精度。未来,随着技术的不断进步和管理体系的完善,检测前处理环节的质量控制和风险管理将更加高效和精准,为食品安全检测提供有力保障。

[参考文献]

- [1]赵君丽.农残检测前处理技术的创新与发展趋势探讨[J].中国食品,2025(4):54-56.
 - [2]蔡玉娟.基于MOFs复合材料的前处理技术在农残检测中的应用研究[D].昆明:昆明理工大学,2024.
 - [3]黄忆婷,王朝仁,杨黎耀,等.免疫亲和柱在植物油农残检测前处理中的应用研究[J].中国油脂,2020,45(4):128-133.
 - [4]袁丽娟.应用气相色谱法时影响果蔬农残检测前处理的因素[J].食品安全导刊,2018(24):100.
- 作者简介:李笑颜(1992.9—),毕业院校:仲恺农业工程学院,所学专业:食品加工与安全,当前就职单位:乌兰察布市农畜产品质量安全中心,职称级别:中级农艺师。