

粮食卫生质量快速检测技术的 研究进展与应用

王婷婷

(张家口市粮油质量检测中心, 河北 张家口 075000)

摘要: 随着食品安全问题的日益凸显, 粮食卫生质量快速检测技术的研究和应用成为了公共健康领域的一个重要议题。本文综述了粮食卫生质量快速检测技术的最新研究进展, 包括物理检测技术和化学检测技术的原理与分类, 以及它们在农药残留、重金属及有害物质、微生物污染检测中的应用。此外本文还探讨了检测技术在准确性、灵敏度提升以及智能化与自动化方面的发展挑战和未来趋势。

关键词: 粮食安全; 快速检测技术; 食品卫生; 质量控制; 技术应用

在全球化和工业化的背景下, 食品安全问题尤为突出, 粮食卫生质量的监管和控制成为公共卫生领域的关键问题。快速检测技术作为一种高效的手段, 对于及时发现和预防食品污染具有重要意义。本文旨在提供一个全面的概述, 关于粮食卫生质量快速检测技术的最新研究进展, 以及这些技术在实际应用中的情况, 从而为未来食品安全检测提供参考。

一、快速检测技术的原理与分类

(一) 物理检测技术

在粮食卫生质量的快速检测中, 物理检测技术因其简便和非破坏性而显得重要。这些技术依赖于物理性质的变化来识别粮食中的成分或污染物。例如, 光学检测技术如近红外光谱和拉曼光谱, 可以通过分析光的吸收或散射来快速检测粮食中的水分、蛋白质和脂肪。电磁检测技术, 如核磁共振, 用于分析粮食中的水分和油脂。图像处理技术, 例如, 机器视觉, 可以识别粮食的颜色、形状和大小, 用于评估品质。尽管物理检测在灵敏度和特异性上可能不及化学方法, 但它们在提高检测

效率和降低成本方面发挥了重要作用。实际应用中, 这些物理检测技术通常与其他方法结合使用, 以得到更全面和准确的结果^[1]。

(二) 化学检测技术

化学检测技术的一个典型代表是色谱法, 包括气相色谱 (GC) 和液相色谱 (HPLC)。这些方法通过分离粮食样品中的混合物, 允许对各组分进行精确的定性和定量分析。例如, 在农药残留检测中, 气相色谱法因其高效的分离能力和对有机化合物的高灵敏度而被广泛应用。

另一个关键技术是质谱法 (MS), 常与色谱法联用以提高检测的准确性。质谱法通过测量粮食样品中化合物的质量来进行鉴定, 尤其在复杂样品的分析中显示出其独特的优势。还有光谱法也是化学检测的重要手段, 例如紫外-可见光谱法和红外光谱法。这些方法通过分析粮食样品对特定波长光的吸收特性, 可以用于检测某些特定类型的化学物质, 如食品添加剂和防腐剂^[2]。

二、粮食卫生质量快速检测技术的应用

(一) 农药残留检测

色谱技术, 特别是气相色谱 (GC) 和液相色谱 (HPLC), 是检测农药残留的常用方法。这些技术以其高度的分离能力和灵敏度而著称, 能够准确地鉴别和量化粮食样品中的多种农药。GC 适用于挥发性和热稳定的农药, 而 HPLC 则更适用于极性和非挥发性农药。其次, 质谱法 (MS) 经常与色谱技术联用, 以提升检测的特异性和准确性。质谱法通过测量分子的质量来鉴定特定的农药, 尤其在处理复杂的样品矩阵时显示出其优越性^[3]。为了深入理解各种色谱和质谱技术在农药残留检测中的应用及其特点, 下文提供了一个详细的对比表格 (表 1)。该表格涵盖了气相色谱 (GC)、液相色谱

基金项目: 项目名称: 张家口地区储备粮食质量安全技术研究, 项目编号: 2322024C。

作者简介: 王婷婷(1990-), 女, 硕士, 工程师, 研究方向: 粮油产品质量检验。

(HPLC) 和质谱法 (MS) 在检测步骤、灵敏度、特异性等方面的关键信息, 有助于更全面地评估这些技术在农药残留分析中的适用性和有效性。

另外, 近年来快速检测技术如酶联免疫吸附测定 (ELISA) 和免疫传感器技术也被用于农药残留分析。这些方法以其操作简便、快速和成本效益高的特点逐渐受到重视。特别是在现场检测和常规监测中, 这些技术表现出巨大的应用潜力。具体的检测技术步骤如图 1 所示。

图 1 清晰地展示了一种技术的关键步骤。在 ELISA 方法中, 从样品准备开始, 经过添加酶标记的抗体、孵育、洗涤、添加底物、颜色发展, 最终通过光谱测量得出结果。而在免疫传感器技术中, 流程从样品准备到抗体固定化, 接着是样品孵育, 最后进行信号检测以确定农药残留。这两种方法都是高效和准确的, 适用于不同

表 1 农药残留检测中的色谱与质谱技术对比表

技术名称	适用性	检测步骤	灵敏度	特异性	优点	缺点
气相色谱 (GC)	挥发性和热稳定农药	样品通过气化进入色谱柱依据不同组分的保留时间分离	高	高	分离效率高, 灵敏度和特异性好	样品必须能气化, 不适用于极性和大分子农药
液相色谱 (HPLC)	极性和非挥发性农药	样品在液相中通过色谱柱依据亲和力和分离	中至高	高	适用范围广, 能检测极性和非挥发性农药	设备维护成本较高
质谱法 (MS)	广泛种类农药	样品分子被电离, 通过质量分析仪分离和检测	极高	极高	准确性高, 可用于复杂样品矩阵	需要专业操作和分析成本高

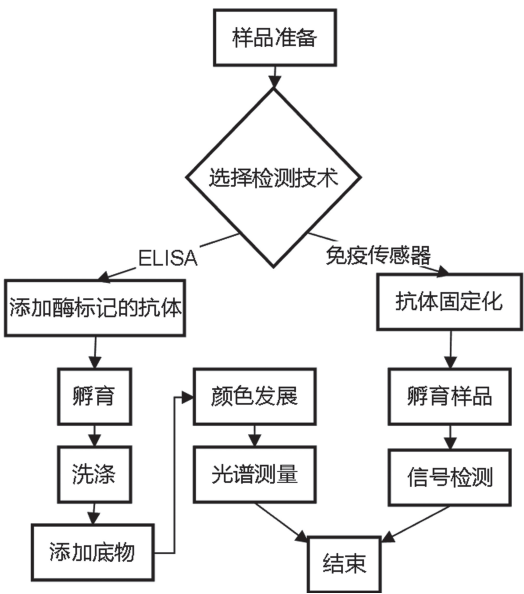


图 1 农药残留分析中的 ELISA 与免疫传感器技术流程图

的应用场景。

(二) 重金属及有害物质检测

原子吸收光谱法 (AAS) 是检测重金属的一种常用技术。该方法基于重金属元素在特定波长下吸收光的能力, 可以用来定量分析粮食样品中的重金属含量。这种技术以其高度的准确性和灵敏度而被广泛应用, 尽管它在操作上可能需要相对复杂的仪器设置。原子吸收光谱法用于检测重金属的技术步骤是精确且标准化的, 主要包括以下几个步骤:

第一, 样品准备: 首先对粮食样品进行适当的处理, 以便于分析。这通常涉及将固体样品溶解成液体形式。样品可能需要经过研磨、消化 (如酸消化), 以确保重金属元素处于可被检测的形态。

第二, 样品雾化: 将处理过的样品引入到原子吸收光谱仪中。这里样品被雾化, 即转化为微小的液滴, 通常在乙炔火焰或石墨炉中进行。

第三, 原子化: 在高温环境下, 样品中的元素被转化为原子状态。这一过程对于测量特定元素的光吸收至关重要。

第四, 光吸收测量: 通过特定波长的光束穿过原子化的样品。每种元素都有其特定的吸收波长。重金属元素会在这些特定波长下吸收光, 通过测量光强度的减少可以定量分析样品中的重金属含量。

第五, 数据处理与分析: 仪器将测得的光吸收数据转换为重金属浓度值。通常, 这需要对已知浓度的标准样品进行校准, 以确保结果的准确性。

X 射线荧光光谱法 (XRF) 也是一种有效的检测技术。这种方法通过分析样品对 X 射线的荧光响应, 能够同时检测多种元素的存在。XRF 技术的优点在于它是非破坏性的, 且可用于现场快速检测, 这使得它在紧急情况下的应用尤为重要。为了更详细地展示 X 射线荧光光谱法 (XRF) 在重金属及有害物质检测中的步骤, 详见表 2。

以表 2 展示了使用 X 射线荧光光谱法进行重金属及有害物质检测的详细步骤, 从样品准备到最终结果输出的整个流程。这种技术以其非破坏性、多元素同时检测的优势, 在现场快速检测和紧急情况下的应用中显示出极大的潜力。

(三) 微生物污染检测

传统的微生物检测方法, 如培养法, 虽然具有高度的特异性和可靠性, 但通常耗时较长, 不适用于需要快速反应的场合。为此, 各种快速检测技术应运而生, 它

表2 X射线荧光光谱法(XRF)在重金属及有害物质检测中的步骤

步骤	描述	设备与材料	检测时间	优点	缺点
样品准备	准备待测样品, 可能包括研磨、压片或简单处理	研磨机、压片机	10-30 分钟	简化样品处理	需要特定的样品形态
样品定位	将样品放置在 XRF 仪器的样品室中	XRF 仪器	1-5 分钟	精准定位, 保证检测一致性	需要手动操作
X 射线照射	对样品进行 X 射线照射, 激发样品的荧光	XRF 仪器	1-15 分钟	非破坏性检测	对设备的稳定性有较高要求
数据采集	收集样品发出的荧光信号	探测器和数据处理软件	5-20 分钟	快速有效	数据处理需要专业知识
数据分析	分析荧光信号, 确定元素种类和含量	数据分析软件	5-30 分钟	提供多元素分析	分析复杂, 可能需专业人员

表3 聚合酶链反应(PCR)技术在微生物污染检测中的实施步骤

步骤	描述	设备 / 材料	时间	注意事项
样品准备	准备并收集需要检测的粮食样品	容器、匀浆机	取决于样品类型	确保样品代表性
DNA 提取	从样品中提取微生物的 DNA	提取试剂盒、离心机	1-2 小时	避免样品污染
PCR 混合物准备	准备包含引物、核苷酸、缓冲液和酶的 PCR 混合物	PCR 试剂、引物、酶	30 分钟	遵循精确比例
PCR 扩增	通过循环加热和冷却进行 DNA 扩增	PCR 仪器	1-3 小时	控制温度精度
电泳分析	分离并检测 PCR 产物	凝胶电泳装置	1 小时	确保电泳均匀
结果分析	观察电泳条带, 分析 PCR 产物	显微镜、成像系统	取决于分析复杂度	确保准确解读结果

们大多基于生物化学、分子生物学或免疫学原理。例如，聚合酶链反应（PCR）技术已成为微生物检测的主流方法之一。这种方法通过扩增微生物的特定 DNA 片段，可以在短时间内高度特异地检测到微生物的存在。PCR 技术的灵敏度极高，甚至能够检测到样品中极少量的微生物 DNA。为了清晰展示聚合酶链反应（PCR）技术在微生物污染检测中的实施步骤和方法，我将创建一个详细的表格，详见表 3。

每个步骤都需要仔细执行，以确保最终结果的准确性和可靠性。这种技术广泛应用于食品安全检测、临床诊断和研究实验中，因其高灵敏度和特异性而备受青睐。

另外上文提到的免疫学方法如酶联免疫吸附测定（ELISA）也广泛应用于微生物检测。这种方法通过特异性抗体与微生物间的免疫反应，可以快速检测出特定微生物的蛋白质或其他抗原。ELISA 的优点在于它简便、快速，并且适合于大规模样品的筛选。

三、技术发展的挑战与未来趋势

技术准确性与灵敏度的提升。在粮食安全监控的众多挑战中，准确性和灵敏度的提升无疑占据着核心地位。这不仅关系到检测结果的可靠性，也直接影响到食品安全政策的制定和执行。准确性保证了检测结果真实反映了样品的实际状况，而灵敏度则涉及到检测方法能够识别多低浓度的目标物质。

为了提高检测技术的准确性，科研人员和工程师们一直在努力优化现有仪器的性能和检测方法的设计。例

如，在色谱技术中，通过改进色谱柱的材料和结构，可以实现更好的分离效果，从而提高检测的准确性。在光谱分析领域，采用更先进的探测器和数据处理算法，可以大幅提升对微弱信号的识别能力，从而增强灵敏度。同时，新兴的技术如纳米技术和生物传感器在提高灵敏度方面展现了巨大潜力。纳米材料由于其独特的物理和化学性质，可以被用来制造更灵敏的检测装置。生物传感器通过利用抗体或酶等生物分子的高度特异性，可以在极低浓度下检测特定的污染物或病原体。

四、结语

粮食卫生质量快速检测技术在保障食品安全和促进公共健康方面发挥了关键作用。随着技术的不断发展，特别是在准确性、灵敏度以及智能化和自动化方面的进步，未来的检测技术将更加高效、可靠。然而技术的持续创新和优化，以及面对新型污染物的检测挑战，仍然需要我们的持续关注和研究。综合来看，快速检测技术的发展前景广阔，对于提升全球粮食安全水平具有重要意义。

参考文献

[1] 郑磊, 刘长虹. 创新智能感知技术 保障粮食供应链安全 [J]. 中国粮食经济, 2023(12):34-36.
[2] 越婷婷. 粮食重金属检测技术的研究进展 [J]. 现代食品, 2023, 29(21):87-89.
[3] 王铮. 粮食质量检测的问题与对策 [J]. 中国食品工业, 2023, (15):69-71.