

常见蔬菜水果农药残留检测技术及质量安全管理

王 婕

内黄县产品质量检验检测中心 河南 安阳 455000

摘 要：本文围绕蔬菜水果农药残留问题，从残留种类、检测技术、超标诱因及管理措施四个层面展开分析。果蔬中检出率最高的农残主要为有机磷类、氨基甲酸酯类和拟除虫菊酯类，三类农药作用机理与人体危害各有差异。检测技术涵盖酶抑制法、胶体金免疫层析法等现场快速筛查手段，气相色谱法、高效液相色谱法等实验室精准定量方法，以及近红外光谱等新型无损检测技术。农残超标的核心内部诱因包括种植用药不规范、采收间隔期管控缺失及储运分拣环节二次污染。据此提出源头标准化用药、采收时间严控、储运分类管理及售前分级检测与精细化清洗的全流程管控方案。

关键词：蔬菜水果；农药残留；检测技术；全流程管控；质量安全

引言：农药残留超标是当前蔬菜水果质量安全领域最突出的风险因素，直接关系消费者健康与产业可持续发展。我国果蔬种植以中小规模散户为主，从源头用药到终端销售各环节均存在管理短板，有机磷类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类三类高检出农药残留频发超标。当前检测技术已形成快速筛查与实验室定量互补的格局，但技术应用与内部管理之间仍存在衔接不足。本文系统分析果蔬主要农残种类及危害，对比各类检测技术的适用场景与局限，深入剖析种植、采收、储运环节农残超标的内部诱因，并提出全流程质量安全内部管理方案，为生产经营主体提供可落地的质量控制路径。

1 蔬菜水果主要农药残留种类及危害

果蔬种植中使用的农药类型繁多，残留超标且检出率最高的主要分为三类，不同类型农药的作用机理、人体危害存在明显差异，也是日常农残检测的核心靶向物质。（1）有机磷类农药，该类农药杀虫效果强、成本低廉，多用于叶菜类蔬菜、瓜果类作物虫害防治，也是果蔬中超标最常见的农药种类。有机磷农残会抑制人体胆碱酯酶活性，短期摄入超标会引发恶心、头晕、呕吐等中毒症状，长期微量摄入会持续损伤神经系统。（2）氨基甲酸酯类农药，该类农药药效发挥快、残留周期短，常替代部分高毒有机磷农药使用，主要用于防治果蔬蚜虫、红蜘蛛等虫害。其毒性低于有机磷农药，但依旧会干扰人体神经传导功能，敏感人群食用后易出现身体不适。（3）拟除虫菊酯类农药，属于广谱杀虫剂，多用于瓜果、甘蓝、番茄等果蔬种植，该类农药低毒但难降解，长期蓄积会刺激人体呼吸道与消化道，同时会对人体免疫功能造成轻微损伤^[1]。

2 常见蔬菜水果农药残留检测技术

2.1 农药残留快速检测技术（现场筛查）

快速检测技术无需大型实验设备，操作门槛低、检测速度快，适合种植基地田间自检、生鲜市场收货筛查、商超售前快速抽检，是目前流通端应用最广泛的检测手段，主流分为酶抑制法与胶体金免疫层析法两种。（1）酶抑制法：该技术检测原理依托生物酶特异性抑制反应，乙酰胆碱酯酶正常状态下可分解显色底物，当检测样品中含有有机磷、氨基甲酸酯类农残时，农药会抑制酶的活性，底物无法正常分解，溶液颜色会发生明显变化，通过肉眼观察颜色变化即可判断农残是否超标。该方法检测时长仅 10-15 分钟，设备便携、检测成本极低，适合大批量样品初筛；但缺点明显，只能定性检测是否超标，无法精准测定农残具体含量，且容易受到果蔬自身色素、有机酸干扰，叶菜类深色果蔬容易出现假阳性结果。（2）胶体金免疫层析法：基于抗原抗体特异性免疫反应开展检测，检测试纸条上预设特异性抗体，果蔬提取液滴加至试纸后，若样品中含有对应农药残留，抗原与抗体结合会阻断检测线显色，依据试纸条显色结果快速判定农残情况。该技术特异性更强，不受果蔬自身基质干扰，检测结果比酶抑制法更稳定，单人即可完成操作。不足在于一款试纸只能检测单一类型农药，无法实现多组分农残同步检测，检测品类存在局限性^[2]。

2.2 实验室仪器定量检测技术（精准复检）

针对快速检测中出现的疑似超标样品，需要送入实验室开展精密仪器定量检测，明确农残具体含量，该

类技术检测精度高、可同时检测多种农残,但是设备昂贵、检测流程复杂、检测周期更长,适合实验室精准溯源分析。(1)气相色谱法(GC):气相色谱法是果蔬农残经典检测方法,利用不同农药组分在色谱柱中吸附、洗脱速度差异实现分离,搭配检测器完成定量分析。该方法适合检测易挥发、热稳定性较好的农药,适配拟除虫菊酯、有机磷类农残检测,分离效果好、定量精准。缺点是样品前处理流程繁琐,需要对果蔬样品进行粉碎、萃取、净化、浓缩等多步预处理,检测耗时久,无法满足现场快速检测需求。(2)高效液相色谱法(HPLC):主要用于检测热稳定性差、无法气化的极性农药,弥补气相色谱法的检测短板,多用于氨基甲酸酯类、部分杀菌剂农残检测。该技术分离效率高、灵敏度优异,检测结果重复性好,适合果蔬中低温易分解农药的精准检测;同样存在样品前处理复杂、仪器操作专业度要求高、检测成本偏高的问题。

2.3 新型无损检测技术

无损检测属于前沿便捷检测技术,无需对果蔬样品进行切割、粉碎等破坏处理,检测完成后果蔬仍可保持完整外观,正常上市销售,不会造成样品损耗与二次污染。(1)该技术的核心代表为近红外光谱检测技术,其基本原理是不同农药分子在近红外波段具有独特的光谱吸收峰,通过专用采集设备获取果蔬表面光谱图谱,再与标准数据库进行比对分析,即可快速判定农药残留种类与含量水平。(2)该技术具有显著优势:全程无需使用化学试剂,无样品损耗,单次检测耗时极短,操作流程简便,对果蔬品质无任何损伤,适用于大批量样品的快速筛查。但该技术目前仍存在明显局限性:专用检测设备造价高昂,采购与维护成本较高;果蔬表皮厚度、表面水分含量及形态差异会对光谱采集结果产生干扰,影响检测精度与稳定性。因此,该技术现阶段主要应用于标准化程度较高的大型生鲜企业与流通环节的专项检测,尚未在中小规模生产与零售端实现大范围普及。

3 蔬菜水果农药残留超标主要内部诱因

3.1 种植环节用药操作不规范

中小型种植散户缺乏系统的植保知识与规范用药意识,是导致农药残留超标的核心内部诱因。(1)盲目加大用药浓度,为快速消灭病虫害,种植人员随意提高农药配比浓度,远超作物耐受标准与推荐用量,导致果蔬表面及组织内部农药大量残留,短期内难以自然降解至安全水平。(2)多种农药盲目复配使用,将杀虫剂、杀菌剂、除草剂等不同作用机理的农药混合施用,不仅增加药害风险,还会提升农药在果蔬植

株体内的蓄积量,造成复合农残超标。(3)长期单一使用同一种农药,病虫害逐渐产生耐药性后,种植人员被迫进一步增加用药频次与剂量,拉长农药残留周期,形成用药恶性循环^[3]。

3.2 采收间隔期管控缺失

每一种农药均有固定的安全间隔期,即最后一次施药至允许采收之间的最短间隔时间,安全间隔期内农药成分会在作物体内经自然降解逐步降至安全水平。(1)实际生产中,种植主体为抢占生鲜市场高价行情、缩短种植周转周期,普遍存在未达安全间隔期即提前采收的现象,农药尚未完成自然降解,残留量仍处于较高水平,直接导致成品果蔬农残指标超出国家限量标准。(2)该问题在草莓、生菜、小番茄等短生长周期果蔬品类中尤为突出,此类果蔬种植密度高、采收频次大,种植人员为追求产量与上市速度,频繁缩短用药间隔与采收间隔,农残累积风险显著高于其他品类,是采收环节农残超标的高发区域。

3.3 储运及分拣环节二次污染

(1)果蔬采收后进入仓储冷库与运输车厢,由于储运环境长期存放生鲜作物,内部空间残留过往果蔬携带的农药气溶胶与挥发性农药分子,新入库果蔬表面易吸附此类残留物,形成交叉污染。(2)部分仓储主体为防止储运过程中果蔬腐烂、滋生霉菌,会私自喷洒保鲜类化学农药,此类药剂直接附着于果蔬表面,造成二次农残污染,使原本合格的产品农残指标重新超标。(3)果蔬分拣清洗流程普遍不规范,多数仅采用清水简单冲洗,无法有效去除表皮褶皱缝隙、果蒂凹陷处及叶片背面附着的农药残留,售前清洗环节对降低农残风险的实际作用十分有限,导致已受污染的果蔬仍可进入终端销售环节^[4]。

4 蔬菜水果全流程质量安全内部管理措施

4.1 源头种植环节:标准化用药管理

针对种植端存在的不规范用药问题,基地需建立内部统一用药管理标准,从制度层面杜绝随意用药行为,从源头控制农药残留风险。(1)科学划分果蔬种植品类专区,根据叶菜类、茄果类、瓜类等不同果蔬的病虫害发病规律与用药特性,分类制定专属用药清单,明确允许使用的农药品类、单次用药剂量及最大用药频次,严禁种植人员私自使用不明成分的复配农药或超范围使用禁限用农药,确保用药行为可控、可查。(2)定期开展种植人员内部技术培训,系统讲解不同农药的安全间隔期、环境降解规律及残留特性,重点普及过量用药、缩

短安全间隔期、提前采收等违规行为对果蔬品质下降及人体健康的潜在危害,切实提升种植人员规范用药的意识与实际操作能力。(3)严格实行田间用药登记制度,每一块种植区域的用药时间、农药品类、用药剂量、施药方式统一登记存档,建立完整的用药台账,方便后续质量溯源核查,从源头减少不合理用药带来的农药残留超标问题。

4.2 采收与储运环节:严控采收时间,阻断二次污染

(1)严格落实内部采收时间标准,安排专人逐日核对田间用药登记记录,将每批次果蔬对应的最后一次用药时间与所用农药品类进行逐一比对,必须满足对应农药安全间隔期后方可批准采收,严禁任何提前采收行为。通过严格执行安全间隔期制度,充分依靠作物自身自然降解能力降低原生农残含量,确保采收时果蔬农残指标符合国家限量标准要求。(2)优化储运环境管理,定期对运输车辆车厢、仓储冷库进行全方位清洁消毒与通风处理,清除空间内残留的农药污染物与微生物,保持储运环境洁净。取消储运过程中非必要的化学保鲜农药喷洒,采用低温控湿、气调保鲜、通风保鲜等物理保鲜方式替代化学保鲜手段,从根本上杜绝储运环节因化学药剂使用导致的二次农残污染。(3)实行分类储运管理,将叶菜类、茄果类、瓜类等不同品类果蔬严格分开存放,设置独立储运区域,避免不同品类之间病虫害交叉传播,减少储运途中因交叉感染而产生的额外补药需求,确保果蔬在储运全过程中不新增农残污染。

4.3 销售售前环节:分级检测+精细化清洗处理

建立售前两级自检体系,适配不同规模经营主体的实际检测需求。(1)一级筛查采用便携式农药残留快速检测仪,利用酶抑制法对每批次进场果蔬完成全覆盖快速筛查,检测覆盖有机磷类与氨基甲酸酯类常见农药残留指标,对检测结果明显超出国家限量标准的样品直接剔除,不予进入销售环节,从售前第一道关口拦截显性农残超标产品。(2)二级复检针对叶菜类、浆果类等高风险果蔬品类,定期按一定比例抽样,送至合作第三方检测实验室开展气相色谱、液相色谱等仪器精准检测,重点排查一级筛查难以检出的隐蔽性农残风险,确保高风险品类的农残指标全面达标。两级检测体系相互

补充,兼顾检测效率与检测精度,为果蔬上架销售提供可靠的质量保障依据。(3)优化售前清洗加工流程,摒弃单一清水冲洗的粗放模式,根据不同果蔬品类特性制定差异化清洗方案。针对表皮光滑的茄果类、瓜类果蔬,采用弱盐水浸泡清洗方式,利用渗透压原理促进表面附着农药溶出;针对褶皱多、缝隙多的叶菜类果蔬,采用流动清水反复冲刷与短时浸泡相结合的清洗方式,有效去除叶片褶皱及根部缝隙中残留的外源农药。通过精细化清洗处理,最大程度去除果蔬表面附着的大部分外源农药残留,进一步降低消费者食用风险,提升终端产品质量安全水平^[5]。

结束语

蔬菜水果农药残留问题是当前食品安全领域的核心议题,贯穿种植、采收、储运、销售全链条。从检测技术来看,酶抑制法与胶体金免疫层析法可满足现场快速筛查需求,气相色谱与液相色谱法提供实验室精准定量支撑,近红外光谱技术则代表无损检测的发展方向,三类技术互补共存,构成当前农残检测的完整技术体系。从管理措施来看,标准化用药、严格执行安全间隔期、阻断储运二次污染、建立售前分级检测与精细化清洗流程,是控制农残超标的关键内部手段。未来,随着无损检测设备成本下降与智能化管理系统普及,果蔬农残防控将从被动检测逐步转向主动预防,全流程质量管理水平有望持续提升。

参考文献

- [1] 周建所. 常见蔬菜水果农药残留检测技术及质量安全管理[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)农业科学,2026(2):117-120.
- [2] 王旭. 常见蔬菜水果农药残留检测技术及质量安全管理[J]. 现代食品,2026,32(4):130-132.
- [3] 王亚柳. 蔬菜水果农药残留检测技术及质量安全管理[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)农业科学,2026(1):068-071.
- [4] 韦俊. 农药残留快速检测技术在农产品质量安全检测中的应用[J]. 食经,2026(1):0032-0034.
- [5] 谭冠引. 农药残留速测技术在基层食用农产品质量安全检测中的应用[J]. 食经,2026(9):0055-0057.