农药化肥科学施用降低农副产品食品安全风险的研究

于孟瑶
葫芦岛市现代农业发展服务中心　辽宁　葫芦岛　125000

摘　要：农药化肥是农业增产的重要投入品，但其不规范、超量施用极易引发农副产品残留超标、品质劣变及生态污染等食品安全问题，直接危害人体健康与农业高质量发展。本文以农业生态与风险评估等理论为支撑，系统分析国内农药化肥施用现状，梳理各类食品安全风险及深层成因，从精准施用、绿色防控、全流程管控等方面提出优化对策，配套技术、制度与宣传保障体系，以期有效降低农副产品安全风险，推动农业绿色可持续发展。

关键词：农药化肥；科学施用；农副产品食品；降低安全风险

引言：食品安全是民生之本，农副产品质量安全更是保障群众饮食健康的第一道关口。现阶段我国农业生产规模化、集约化程度持续提升，农药化肥的广泛使用有效保障了粮食与果蔬产量，但农户经验化施肥施药、科学技术普及不足、基层监管缺位等问题普遍存在。各类不规范施用行为诱发农药残留、硝酸盐富集、土壤退化等多重隐患。基于此，本文探究科学施用路径与风险防控策略，为规范农业生产、筑牢农产品安全底线提供参考依据。

1 相关概念与理论基础

1.1 核心概念界定

（1）农药化肥科学施用：指在农业生产中，依据作物种类、生长周期及病虫害发生规律，以减量增效为目标，实现精准、适时、对症的规范化施用标准。其核心内涵在于通过优化施用时间、剂量与方法，最大限度降低环境释放与残留风险，兼顾作物增产与生态安全。（2）农副产品食品安全风险：指从种植到收获环节中，因投入品使用不当而潜存的对人体健康有害的因素。主要类型包括：高毒高残留农药蓄积、化肥中重金属富集迁移、硝态氮超标累积，以及因营养失衡导致的农副产品品质劣变等。（3）农业投入品安全管控：指以法规标准与监测技术为手段，对农药化肥的生产、流通、使用全过程实施监管。管控边界涵盖投入品准入许可、最大残留限量（MRLs）设定、田间使用记录溯源及违规处罚，确保生产环节的合规性与安全性。

1.2 相关理论基础

（1）农业生态平衡理论：该理论强调农业生态系统内土壤、水体、作物及有益生物间的动态平衡。农药化肥过度投入会破坏食物链与物质循环，而科学减量施用则有助于恢复土壤微生物活性、减少面源污染，为可持续生产提供生态学支撑。（2）食品安全风险评估理论：基于风险识别（危害源辨识）、风险分析（剂量-效应评估）与风险防控（管理措施制定）的逻辑框架，为农副产品中农药残留与重金属污染提供定量评价模型，构成制定安全标准与干预策略的科学依据。（3）精准农业理论：依托全球定位系统（GPS）、遥感（RS）与地理信息系统（GIS）及传感器技术，实现田间养分与病虫害的时空差异化管理。其精准变量施肥施药理念，可显著提升农药化肥的靶向性与利用效率，支撑绿色安全模式。

1.3 农药化肥施用与农副产品安全的关联机制

（1）农药施用对农副产品安全的影响机制：主要表现为不遵守安全间隔期、选用高毒品种或施药不均匀导致的原药及有毒代谢物在可食部位残留超标；诱发作物体内生理紊乱而减产；药剂漂移或径流造成土壤-水体二次污染，间接威胁非靶标生物。（2）化肥施用对农副产品安全的影响机制：突出体现在偏施氮肥引起蔬菜及水果中硝酸盐过量富集，转化为亚硝胺等致癌物；长期单施化肥造成土壤酸化、次生盐渍化及微量元素失衡，进而诱发作物缺素症并降低蛋白质、糖分及维生素含量[1]。（3）科学施用对食品安全风险的抑制机制：通过测土配方施肥、水肥一体化及病虫害绿色防控替代方案，从源头上削减残留输入；同时利用有机肥部分替代化肥以改良根际微环境，提升作物抗逆性与自净能力，最终实现残留消减与品质改善的双重目标。

2 农药化肥施用现状及农副产品食品安全风险分析

2.1 我国农副产品种植农药化肥施用现状

（1）施用总量与结构特征：当前我国化肥年施用总量虽呈下降趋势，但单位面积施用量仍远超国际安全上限，尤以氮肥和复合肥为主；农药制剂年使用量维持在较高水平，其中杀虫剂、除草剂占比偏大。区域分布上，东部及中部粮食主产区和蔬菜水果优势产区投入强度显著高于西部，华南、华东地区因复种指数高，施用

频次更为密集。（2）农户施用行为现状：小规模经营模式下，农户普遍存在“宁多勿少”的从众心理与经验式施肥习惯，导致盲目增量、氮磷钾配比失衡现象突出。施药施肥时机多凭经验判断，忽视作物需肥临界期与病虫害发生规律，对安全间隔期缺乏敬畏，部分农户甚至临近采收仍施用化学药剂，大幅增加残留超标风险。（3）科学施用技术普及现状：尽管国家大力推广绿色防控与测土配方施肥，但基层覆盖仍存在明显短板。专业化统防统治与精准变量施肥设备在丘陵山区、分散经营区普及率不足，水肥一体化、缓控释肥等减量增效技术的应用面积占比较低，技术落地受制于成本投入与农民接受度，推广成效尚待提升。

2.2 农药化肥不规范施用引发的食品安全风险类型

（1）化学残留风险：在蔬菜、叶菜类、水果及粮食作物中，有机磷类、拟除虫菊酯类农药残留超标问题频发，部分地区果蔬样品检出多种农药混合残留；同时，偏施氮肥导致叶菜及根茎类蔬菜中硝酸盐含量超过无公害标准限量，构成直接入口安全隐患。（2）品质安全风险：化肥偏施尤其氮肥过量施用后，作物碳氮代谢失衡，果实糖酸比下降、风味变淡、果肉绵软，维生素C和可溶性固形物含量明显降低；同时细胞壁结构疏松导致采后耐储性、抗机械损伤能力减弱，商品性显著劣化。（3）间接衍生风险：长期不规范施用造成土壤酸化、盐渍化及重金属（镉、铅、砷等）活性增强，作物根系富集吸收后转移至可食部位；残留在土壤-水体中的农药及硝酸盐通过径流、淋溶扩散，经食物链逐级放大，引发跨介质生态链式污染风险[2]。

2.3 食品安全风险成因分析

（1）农户层面：多数种植户对农药毒性分类、安全间隔期及最大残留限量标准认知模糊，安全种植意识薄弱；科学施肥施药技术知识匮乏，仍依赖传统经验，将产量最大化等同于收益最大化，忽视品质安全与生态成本。（2）技术层面：基层公益性农技推广体系力量薄弱，编制不足、经费短缺，难以实现进村入户指导；精准施肥施药所需的小型化、智能化设备价格较高，散户无力购置；生物农药、理化诱控、天敌释放等绿色替代技术因见效慢、操作门槛高而应用受限。（3）监管层面：农业投入品市场准入把关不严，农资店违规推荐高毒、高残留产品现象尚未杜绝；生产过程中缺乏强制性施用记录与可追溯台账，难以有效管控用药用肥行为；基层农副产品质量安全抽检覆盖面窄、频次低，检测能力与执法力度严重不匹配。

2.4 风险危害评估

（1）人体健康危害：长期摄入农药残留和硝酸盐超标的农副产品，可导致有机磷及氨基甲酸酯类农药抑制胆碱酯酶活性，损害神经系统功能，部分高毒农药具有致癌、致畸、致突变“三致”效应；硝酸盐在人体内还原为亚硝酸盐后，与次级胺结合生成亚硝胺类强致癌物，直接威胁消化系统健康。（2）产业发展危害：农残、重金属超标导致出口农产品被退货或销毁，损害“中国制造”农产品国际信誉；国内市场因质量安全事件频发，品牌溢价能力下降，优质优价机制难以形成，倒逼消费者转向进口高端农产品，长期将严重制约我国农业绿色转型与可持续发展格局。

3 农药化肥科学施用优化策略与食品安全风险防控措施

3.1 农药科学施用优化策略

（1）精准对症施药：依据田间病虫害监测预警信息，结合病虫害种类、发生规律及作物不同生育期的敏感程度，科学选择高效、低毒、低残留化学药剂或生物药剂，严格执行“对症、适期、适量”原则，坚决杜绝“见虫就打、见病就防”的盲目用药行为，避免滥用广谱性杀虫剂导致的抗药性上升与天敌杀灭问题。（2）规范施药流程：制定并推广标准化施药操作规程，明确单位面积用药剂量上限、稀释倍数及安全间隔期天数；施药时机应避开高温强光时段和风力较大天气，确保药液均匀覆盖靶标部位。同时建立田间施药档案，完整记录药剂品种、施药时间、用量及采收前最后一次施药日期，为残留追溯提供数据支撑[3]。（3）推广绿色防控技术：集成应用生物防治（天敌释放、微生物制剂）、物理防治（杀虫灯、性诱捕器、色板诱杀）和生态调控（间作套种、抗性品种选用）等非化学防控手段，构建“绿色防控+化学应急”相结合的病虫害综合治理体系，从源头减少化学农药使用频次与总量，实现减量控害与农产品质量安全的协同目标。

3.2 化肥科学施用优化策略

（1）测土配方精准施肥：以土壤养分测定结果和作物目标产量需肥规律为基础，建立“测土-配方-配肥-供肥-施用的技术链条，制定个性化施肥方案，明确氮、磷、钾及中微量元素的比例与用量，实现按需定量施肥，避免经验式施肥造成的养分过剩或缺乏。（2）优化施肥结构与方式：推行有机无机配施策略，增施腐熟农家肥、商品有机肥以改善土壤团粒结构，配合缓控释肥、稳定性肥料等新型肥料品种，降低速效养分释放速率。施肥方式上，引导农户由表施、撒施改为深施覆土、水肥一体化滴灌或分次追肥，提高肥料利用率，减

少挥发与淋溶损失。（3）落实化肥减量增效：在粮食主产区与经济作物集中区设立化肥减量示范区，推广秸秆还田覆盖、种植绿肥养地、施用生物炭及土壤调理剂等改良措施，替代部分化肥投入；同时利用精准养分管理技术，严格管控经济作物尤其蔬菜、果树等单季施肥总量不超过环境安全阈值，逐步降低区域化肥施用强度[4]。

3.3 全流程食品安全风险防控体系构建

（1）产前防控：严格农业投入品市场准入制度，规范农药化肥采购渠道，要求生产经营主体从具有合法资质的供应商处购入，并查验产品登记证、生产许可证及质量检验报告；开展投入品质量监督抽查，依法查处隐性添加高毒成分、重金属超标等违规产品，守好安全第一道防线。（2）产中防控：以标准化种植基地和规模化经营主体为重点，推行统一品种、统一农资、统一技术规程的标准化生产模式，将农药化肥施用纳入田间生产档案管理，确保农事操作有据可查；依托基层农技人员包村联户机制，落实从播种到收获全程的技术指导服务，及时纠正不当施用行为。（3）产后防控：建立覆盖主产区的农副产品上市前残留快速检测网络，对检测不合格样品实施暂扣并追溯来源，依法依规进行无害化处理或销毁；完善农产品质量安全溯源信息平台，实现“生产有记录、流向可追踪、质量可追溯、责任可界定”，形成闭环管理格局。

3.4 保障措施

（1）技术保障：加大基层农技推广体系改革与建设力度，充实乡镇农技人员编制，配备移动检测设备与信息化服务终端；依托高素质农民培育工程，定期组织农药化肥科学施用专题培训，推广智能化配肥机、植保无人机变量施药等精准作业装备，提升技术入户率和到位率。（2）制度保障：修订完善农药经营使用管理办法和化肥减量实施方案，将科学施用指标纳入地方政府绩效考核；建立健全农副产品质量安全例行监测、风险评估与预警预报制度，加大违规使用禁限用农药、擅自扩大登记作物范围等行为的行政处罚力度，形成有效震慑[5]。（3）宣传保障：通过村级广播、宣传挂图、短视频平台及农民夜校等多元渠道，开展以案释法的科普宣传活动，以真实残留超标案例警示农户认识违规施用的危害后果；设立科学施肥用药示范户，以身边典型带动周边群众，逐步营造“科学用药、安全种地”的群体自觉与文化氛围。

结束语

本文围绕农药化肥施用与农副产品食品安全的关联展开系统研究，厘清了不规范施用引发的各类安全风险，剖析了农户、技术、监管等多维度成因，构建了涵盖产前、产中、产后的全链条风险防控体系。科学施用农药化肥是平衡农业增产、品质提升与生态保护的关键。未来需持续完善农技推广机制、健全监管制度、强化农户科普教育，持续化解农产品安全隐患，助力现代农业安全、绿色、高质量长效发展。

参考文献

[1]李艳,王强,刘敏.化肥农药减量增效施用技术对农产品质量安全风险的防控研究[J].中国农业科学,2023,56(12):231-236.

[2]张静,陈义,周丽.果蔬种植中农药化肥不规范施用的食品安全风险及管控策略[J].食品科学,2024,45(08):210-216.

[3]赵玉珍,张召贤,陈明辉.不同施药模式下农药残留膳食风险评估与科学施药优化[J].安徽农业大学学报,2023,50(04):678-684.

[4]黄艳萍,李建明.设施蔬菜农药化肥连续施用的残留累积规律与安全风险防控[J].农药学学报,2024,26(02):389-397.

[5]王锦铭.市售蔬菜农药残留风险特征及源头科学管控对策[J].中国食品卫生杂志,2025,37(03):345-350.