

农业植保机械在人参标准化种植中的应用路径探究

张妍 刁煜婷 崔晓岩 朱宇鹏 杨嘉霖
吉林工程技术师范学院 吉林长春 130052

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14708

[摘要] 人参作为我国重要的中药材,其标准化种植对提升药材品质和产业效益具有重要意义。当前人参种植过程中仍存在人工施药效率低、病虫害防治不精准等问题,在产业规模化发展上仍具有较大的提升空间。农业植保机械的引入为解决这些问题提供了新的技术路径。通过分析国内外植保机械发展现状,发现无人机施药、智能喷雾系统等设备在作业效率、药剂利用率方面具有明显优势,但针对人参特殊种植环境的适应性改造仍需加强。本文从机械选型、作业参数优化、农艺配套三个层面构建应用体系,重点解决坡地作业稳定性、冠层穿透性等技术难点。该研究为中药材机械化生产提供了可借鉴的技术方案,对推动农业现代化与生态环境保护具有双重价值。

[关键词] 农业植保机械; 人参种植; 标准化种植; 应用路径; 农业机械化

1. 引言

人参作为我国传统名贵中药材,其种植历史可追溯至两千年前。随着中医药行业发展日益快速,人们对需求不断增长,传统的种植方式暴露出许多漏洞。在东北主产区由于长时间依靠人力工作,在病虫害防治方面尤其如此,药效低、喷洒均匀度不好等都是常见的问题。这些问题会导致成本上涨,还有可能会让农药过量留存于药材之上,从而影响药材本身的质量甚至对环境造成安全隐患。近些年来我国的农业生产正在迅速向现代化转变着,相关领域所涉及的技术也有了非常大的发展与革新,植保无人机在大田作物里展示出良好的作业性能和准确施肥特性;此外还有一类新型的喷雾设备也已经诞生了。基于人参这种植物自身所具有的独特性,在这样的情景下究竟要怎样去推进智能装备能够真正地应用于此成为值得探讨的问题。一方面,人参多生长于坡地林下,地形复杂。另一方面,其冠层结构密集,对药液穿透性要求较高。这些特点使得常规植保机械难以直接适用,需开展进一步针对性技术研究。从产业需求来看,标准化种植已成为提升人参品质的关键路径。2025年中央一号文件提到“发展现代设施农业,推行中药材生态种植”,这给人参产业的持续发展给予了政策上的支撑,吉林省是全国主要的人参产区之一,虽然在整地,作畦等方面实现了机械化突破,但是植保作业的机械化程度还有待改进,这种发展不均衡的情况限制了整个区域经济的综合效益。

本文旨在探索农业植保机械在人参标准化种植中的适用

性解决方案。通过细致分析人参的生长特点,现有植保设备的技术数据,然后从装备选取,作业参数设定,农艺技术融合这三个角度建立应用体系,关注坡地上机器运作稳定程度加强,冠层穿刺能力优化等关键技术难题,想要达到削减人工费用,加大防疫水平并减轻化学农药残留量的目的,给中药材机械化制造给予可以推广使用的技巧扶持。

2. 农业植保机械与人参种植的现状分析

2.1 发展现状与技术特点

当下农业植保机械技术体系朝着多元化方向发展,其主要特点表现为智能化、精准化以及专业化三者紧密结合,在智能化方面,依靠北斗导航系统支持的自主作业无人机和具备环境感知模块的智能喷雾设备,能够做到对作业路径进行规划,并且能根据实际状况来动态调整参数^[1]。这类机械显著提升了复杂地形下的作业稳定性,尤其适用于人参种植常见的坡地环境。精准化技术的主要特点就是变量喷雾系统得到广泛运用,依靠红外传感器或者图像识别技术去监测作物冠层的密集度,然后自动调整雾滴大小以及喷洒量,进而改良药液渗透效果并且削减化学药剂的使用量^[2]。

按照机械分类标准,适宜中药材种植的植保设备大致可以划分成三类,高空作业无人机依靠超越地形限制的特性,作业效率比传统人工方式高出几十倍,自走式喷杆喷雾机凭借多级过滤系统和防飘移喷头的设计,比较符合人参畦床区域条带状施药的需求,轨道式精准施药装置依靠固定轨道达成精准定位,很适合设施农业环境的应用情形,这些设备大

多采取模块化结构设计,可以根据人参在不同生长阶段冠层形态的变化来灵活改变喷头布局方案。从技术创新角度来看,现代植保机械凭借三项突破性技术,解决了传统施药模式下的主要问题,风送式雾化技术依靠气流辅助手段,大幅度改善了药液在密闭冠层中的穿透能力,静电喷雾技术依照电荷吸附原理,做到了雾滴在叶片正反两面均能均匀沉积,多传感器融合系统顾及到光照强度,温度,湿度等环境要素,动态调节施药参数配置方案,这些革新成果不但明显改进了农药的使用效率,据研究显示可以削减30% - 50%的农药用量,而且极大地削减了药液漂移造成的环境风险。

当前植保机械在人参种植中的应用仍面临适配性挑战。由于人参叶片角质层较厚,常规雾滴难以有效附着;且坡地作业时药液易向低处汇集,导致施药不均。针对这些问题,部分企业已开发出专用导流罩与防滚转底盘,但整体上仍处于技术验证阶段。未来需进一步结合人参农艺特点,在机械小型化、施药参数本地化等方面持续优化。

2.2 人参标准化种植的现状与挑战

当前人参标准化种植在政策推动与技术升级的双重作用下取得阶段性进展,但仍面临多重现实挑战。从政策层面看,2025年中央一号文件对中药材生态种植的明确要求,以及吉林省《人参产业高质量发展三年行动计划》的实施,为人参标准化种植提供了制度保障。实践中,主产区已逐步建立起涵盖选地、整地、作畦等环节的机械化作业标准,其中深松整地、有机肥撒施等关键工序机械化率显著提升,土壤条件改善与病虫害发生率降低形成正向关联^[4]。特别是在畦床构建环节,机械化作业已能实现畦高30cm、作业道宽度50cm的精准控制,为后续植保作业创造了标准化空间条件。

目前在植保方面存在诸多难题,传统的以人工喷雾为主的种植技术受地形局限无法实现均匀覆盖,而人参冠层较复杂,下层叶药液沉积效果仅为一般农作物六成左右,受气象因素影响明显,施药窗口期狭窄,造成人参产量和质量波动较大^[3]。这种不均匀性在人参生长后期尤为显著,当冠层完全封闭时,人工施药对根腐病等土传病害的防治效果大幅衰减。

技术适配性不足构成主要发展障碍。现有植保机械多针对大田作物设计,其作业参数与人参种植需求存在明显错配,无人机旋翼下洗气流易损伤脆弱的参苗。自走式喷杆喷雾机

在坡地的稳定性不足,导致药液分布不均。而轨道式设备又受限于人参种植区的复杂地形。更关键的是,人参不同生长期对施药方式有差异化需求,播种期需要土壤消毒,展叶期要求雾滴细度 ≤ 150 微米,而果实膨大期则需控制喷雾压力避免机械损伤,这些特殊要求尚未在现有植保机械中得到系统响应。

未来突破方向需开发专用施药部件,如可变向喷头、仿形喷雾系统等,提升机械对人参冠层的适应性。构建基于物联网的智能监测网络,实现病虫害发生与施药需求的精准匹配。制定植保机械作业地方标准,明确坡地作业速度、喷雾压力等关键参数阈值。只有通过技术创新与标准建设双轮驱动,才能真正实现人参植保从“人工作业”向“标准化机械作业”的质变。

3. 农业植保机械在人参标准化种植中的应用路径

3.1 农业植保机械在人参种植中的适用性分析

人参种植的特殊环境与生长特性对植保机械提出了独特的技术要求。从地形适应性来看,人参多栽培于 15° - 25° 坡地,常规自走式喷雾机易出现药液侧向流动现象,导致施药不均匀。针对这一问题,现有植保机械通过采用铰接式底盘设计,使机身能在坡面保持水平状态。集成倾角传感器与流量控制系统,实现药液分配的动态调节。开发防飘移喷头,通过改变雾化角度减少气流干扰。这些技术措施有效解决了坡地作业的药液分布难题,为人参标准化种植提供了设备保障。人参叶片呈掌状复叶结构,成熟期冠层厚度可达40-60cm,传统喷雾方式难以使药液到达中下层叶片。现代植保机械通过风送式喷雾与静电吸附技术的结合,显著提升了雾滴在密集冠层中的穿透效率。具体而言,气流辅助系统将雾滴输送至冠层内部,而静电装置使雾滴带电后能主动吸附于叶片正反面。此外,针对人参不同生长期的冠层变化,模块化喷杆设计允许快速更换扇形雾、空心锥雾等喷头类型,满足苗期保护与成株期防治的差异化需求。

农艺匹配性上,人参畦作模式给植保机械带来精准对行的要求,目前主流方案大致分为两种,一种是依靠机器视觉的导航系统,它能实时识别畦床边界并自动调整行驶路线,另一种是采用预设轨道布局的轨道式喷雾装置,适合固定种植区域,这两种方式都能做到喷洒幅宽与畦面宽度的精准匹配,从而防止药剂浪费和作业通道被污染,由于人参生长周

期较长,大概需要4到6年时间,所以植保设备要适应不同年度的株高变化,于是有些新式设备装了可调节喷杆,它的升降范围一般设成30到120厘米,可以应对人参从幼苗到成熟期的所有高度需求^[4]。与传统人工施药相比,植保无人机在人参种植中展现出明显优势。单机日作业面积可达人工的20-30倍,且能避免人员接触农药的风险。但受限于电池续航与载药量,其在连片大规模种植区的适用性更佳。对于中小规模种植户,电动背负式喷雾机配合导流罩附件,同样能实现效率与成本的优化组合。

3.2 农业植保机械在人参标准化种植中的具体应用方案

在人参标准化种植中,农业植保机械的应用需根据人参生长特性和种植环境特点,制定针对性的技术方案。针对坡地作业稳定性问题,可采用铰接式底盘设计的自走式喷雾机,配合倾角传感器实时调整机身水平度,确保药液在合适的坡面上的均匀分布。对于林下种植区域,建议选用轻量化电动喷雾机,其紧凑型设计便于在狭窄空间内灵活转向,同时降低对参苗的机械损伤风险。在冠层穿透性优化方面,人参展叶期至成熟期可采取分阶段施药策略。苗期使用雾滴粒径150-200微米的扇形雾喷头,确保药液轻柔覆盖;成株期则切换为风送式静电喷雾系统,通过气流辅助和电荷吸附双重作用增强药液在密集冠层中的穿透力^[5]。针对畦作模式的精准施药需求,可有两种技术路径:对于规模化种植基地,可采用基于北斗导航的自动驾驶喷雾机,其作业幅宽可精确匹配畦床宽度(通常1.2-1.5米),通过预设轨迹实现厘米级重复定位精度^[6]。对于分散的小地块种植,则宜选用背负式静电喷雾器配合导流罩附件,人工辅助确保药液定向沉积。两种方案均能显著减少作业道区域的药剂浪费,符合生态种植要求。在病虫害防治时机把握方面,可构建从监测到预警再到施药的联动机制。利用田间物联网传感器实时采集温湿度、叶片湿度等参数,当数据达到病虫害发生阈值时,通过移动终端向植保机械发送作业指令。这种智能化方案特别适合对人参常见的根腐病、黑斑病等病害的突发性传播,可避免传统定期施药造成的药剂过量问题。作业参数优化是提升施药质量的关键环节。

为保障技术方案落地,需建立配套的农艺管理规范。包括施药前清理畦面杂草以改善药液接触效果,选择无风或微风天气作业减少飘移损失,以及施药后48小时内避免灌溉防

止药剂淋失等。这些措施与机械化施药形成协同效应,共同构成完整的人参标准化植保技术体系。未来随着智能感知技术和精准控制算法的进步,植保机械在人参种植中的应用将更加高效、环保,为产业提质增效提供持续动力。

4. 结束语

植保机械的引入显著提升了人参种植的施药效率与防治效果,特别是在坡地作业稳定性与冠层穿透性等关键技术环节取得突破。铰接式底盘设计与风送式静电喷雾技术的结合,有效解决了传统人工施药不均匀的问题,同时降低了农药残留风险。基于北斗导航的精准施药系统与模块化喷头组件的应用,使人参不同生长期的植保需求得到针对性满足。但当前技术推广仍面临现有设备对林下种植环境的适应性不足,信号干扰与植株损伤问题有待进一步解决。由于小规模种植户的经济承受能力有限,制约了高端设备的普及。

展望未来,人参植保机械化发展应重点关注专用设备的研发力度,特别是针对坡地小地块的轻型化、智能化装备,如基于5G网络的自主导航喷雾机器人。完善“产学研用”协同创新机制,鼓励农机企业与参农建立常态化沟通渠道,确保技术改进与实际需求精准对接。制定适合不同产区特点的植保机械作业标准,明确坡地作业参数、施药质量评价等关键技术指标,为产业规范化发展贡献力量。

[参考文献]

- [1]薛超. 规模约束下农户植保机械升级路径探究[J]. 中国农机化学报, 2025, (4): 153-162.
 - [2]姜明. 烟台市果园植保机械应用现状及对策研究[J]. 农业工程技术, 2024, (10): 65-67.
 - [3]朱静. 农业机械自动化在现代农业中的发展现状[J]. 农业工程技术, 2024, (17): 56-57.
 - [4]张振峰. 大豆玉米带状复合种植机械装备与应用[J]. 中国农机装备, 2024, (7): 45-47.
 - [5]高荣华, 唐秀英, 戴世宇, 等. 风送喷雾辅助气流对雾滴粒径影响规律研究[J]. 农机化研究, 2024, 46 (09): 121-127.
 - [6]李军, 赵明, 陈立, 等. 北斗导航在农机自动驾驶技术上的应用[J]. 农业工程技术, 2024, 40 (17): 56-63.
- 作者简介: 张妍(2005-)女, 满族, 吉林长春人, 吉林工程技术师范学院, 研究方向: 机械。