

设施蔬菜水肥一体化技术参数优化与应用效果

王雅舒

山东省菏泽市曹县青荷街道办事处便民服务中心 山东菏泽

【摘要】随着农业现代化进程的推进，水肥一体化技术逐渐成为提升设施蔬菜种植效率、优化资源利用、推动可持续发展的重要手段。然而，水肥一体化技术在实际应用过程中仍面临着诸多挑战。技术参数的优化与应用效果的评估成为当前亟待解决的问题。本文对设施蔬菜水肥一体化技术的应用背景进行了深入分析，探讨了当前技术面临的主要问题，特别是水肥资源的利用效率、土壤水分管理的复杂性及其经济成本等方面的困境。同时，文章提出了针对这些问题的优化策略，分析了不同环境条件下技术实施的效果，并结合具体实践案例，讨论了技术优化后的成果与潜力。通过系统的分析与总结，本文为设施蔬菜水肥一体化技术的进一步应用和改进提供了重要参考和理论支持。

【关键词】设施蔬菜；水肥一体化；优化策略；资源利用效率；节水增产

【收稿日期】2025 年 5 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 6 月 17 日 **【DOI】**10.12208/j.jafs.20250005

Optimization of technical parameters and application effect of water and fertilizer integration for facility vegetables

Yashu Wang

The Convenience Service Center of Qinghe Sub-district Office, Cao County, Heze City, Shandong Province, Heze, Shandong

【Abstract】With the advancement of agricultural modernization, the integrated water and fertilizer technology has gradually become an important means to enhance the planting efficiency of facility vegetables, optimize resource utilization, and promote sustainable development. However, the integrated water and fertilizer technology still faces many challenges in the practical application process. The optimization of technical parameters and the evaluation of application effects have become urgent problems to be solved at present. This paper conducts an in-depth analysis of the application background of the integrated water and fertilizer technology for facility vegetables, and discusses the main problems currently faced by the technology, especially the predicaments in aspects such as the utilization efficiency of water and fertilizer resources, the complexity of soil moisture management, and its economic costs. Meanwhile, the article proposes optimization strategies for these problems, analyzes the effects of technology implementation under different environmental conditions, and discusses the achievements and potential after technology optimization in combination with specific practical cases. Through systematic analysis and summary, this paper provides important references and theoretical support for the further application and improvement of water and fertilizer integration technology for facility vegetables.

【Keywords】Facility vegetables; Integrated water and fertilizer management; Optimization strategy; Resource utilization efficiency; Water conservation and increased production

引言

设施蔬菜种植技术是现代农业的一项重要突破，水肥一体化技术作为其核心组成部分，在提升资源利用效率、促进农作物高产与优质方面发挥了

至关重要的作用。然而，尽管这一技术在理论上具有巨大潜力，实际应用过程中仍面临着资源配置不均、技术实施复杂、经济成本过高等诸多难题。如何在复杂的土壤环境和多变的气候条件下，精准调控

水肥供应,实现资源最大化利用,是当前亟待解决的关键问题。本文旨在深入探讨设施蔬菜水肥一体化技术的优化策略与实际应用效果,力求从技术参数、管理模式、环境适应性等多维度为这一领域的发展提供新的视角和思考。

1 设施蔬菜水肥一体化技术概述

1.1 设施蔬菜种植概况与水肥一体化的意义

随着全球人口的增长与城市化进程的加速,设施蔬菜种植成为解决食品安全、提升农业生产效率的关键途径。在有限的土地和资源条件下,设施蔬菜种植不仅可以高效利用空间,还能精细调控生长环境。水肥一体化技术正是在这一背景下应运而生,它通过智能化的水肥管理,使得水资源和肥料的使用更加精准,有效避免了传统灌溉和施肥方法中的浪费现象。水肥一体化不仅降低了资源消耗,还优化了作物生长环境,推动了农业的可持续发展。

1.2 水肥一体化技术的应用背景历程

水肥一体化技术是为了解决设施农业的产量问题而开始的。近年环境问题日趋严重,高耗水、高污染传统生产种植方法难以为继。前期,水肥一体化技术主要是对灌溉过程的节约,随着技术的革新,智能控制系统陆续引用到此技术中。现在的水肥一体化早已不是单纯的水土管理方法,而是集传感器、信息采集、信息处理、精确控制为一身的技术。已成为设施蔬菜种植中的核心技术。

2 设施蔬菜水肥一体化技术面临的主要挑战

2.1 水肥资源利用效率的提升难题

虽然水肥一体化技术能够最大程度地提高水肥利用效率是水肥一体化技术发展的主要难题之一。因此,在多数设施农业生产中,对水肥利用效率的高低不一总是受到作物类型、土质、环境等的影响。而在水肥一体化灌溉施肥系统中,不同的作物生长周期对水肥比例具有严格的要求,这就要求技术必须能够实时检测和根据不同作物的吸收情况进行水肥比例调整。否则一味遵循相应的标准算法或者固定公式就可能导致某一种资源或者某一作物获取的资源过多或者过少,水肥资源无法达到最大利用率,依旧无法真正实现系统的精细化。

2.2 土壤水分管理的复杂性

水肥一体化技术中一个很重要的部分就是对土壤水分的管理,在实际中水肥一体化技术的难点就

是要求我们对土壤水分进行精准的管理,而管理困难的原因在于,土壤会随着气候等因素随时改变土壤的湿度、温度等情况,而传统的灌溉方式对于土壤的各方面因素考虑不够全面,而想要科学合理的水肥一体化就必须借助传感器,及时采集到土壤湿度的具体数值,这样才能科学地对土壤水分含量的变化进行相对应的调整。然而想要根据数据来在不同环境条件下使土壤按照作物的具体需要确定水量、肥量,实际上还有待深入研究。

2.3 技术实施过程中的经济成本问题

水肥一体化技术应用需要大量的前期成本投入,设备及系统建设等前期成本投入以及培训技术,虽然从长期来看水肥一体化技术会节约水肥成本带来较高的经济效益,但是前期的大额投入成本让农户畏首畏足。尤其一些发展中国家,农民的资金和技术支持能力偏低,无法承担技术应用的资金成本费用。技术应用维护以及升级的成本支出也让不少农场存在资金缺口的问题。怎样对水肥一体化技术进行降低使用技术成本、提高性价比是未来推广技术中亟需考虑的问题^[1]。

3 设施蔬菜水肥一体化技术的优化应用效果

3.1 水肥一体化技术的优化策略方向

对水肥一体化技术进行优化,不仅是技术层面的优化,更是农业管理系统的优化,而这种优化的目的正是基于设施蔬菜生产中存在的资源的浪费、不均衡等现状。因此,水肥一体化技术优化的要点便可以考虑从更为精密化的、智能化化的管理方式进行优化。首先,精密化的管理,即水肥一体化技术在管理优化中能够针对不同作物在不同生长阶段的需水量和养分需求,甚至是不同土壤的特点进行相应的水肥投放量和比例进行调整,从而保证水肥一体化技术能够针对性地为不同作物的生长提供最全面的资源。显然这种传统的浇灌施肥方式已经不能满足现代设施蔬菜产业发展高效化、持续化的灌溉、施肥要求。因此,水肥一体化技术在后续的优化过程中,应能具备更为灵活、适合多对象运用的特点,这是对其在针对单个作物的管理上应具备的基本要求。其次,应朝着智能化的方向优化发展,通过“AI”等现代化智能科技,对设施内的空气参数、土壤、植物本身等进行数据的实时统计与分析,再将其与灌溉、施肥相结合,使得水肥一体化的管理技术不仅

仅只是面向单个作物生长环境中的某一动态的变化,而是能够面向一个封闭系统的动态数据优化。正通过多种动态管理之间的相互对接的方式,增加当前农业发展动态生产下的资源的利用率、农业整体的综合效益。显然,对技术的优化不仅在硬软件设备上要提升,软件上的创新、人与机交互形式的变革,同样重要^[2]。所以,今后的水肥一体化技术优化,必须是一种多方面的、有层次、多层次、多维度的系统工程,也就是说,水肥一体化在应用中是生产链条上的一环,从数据采集到数据整合的分析支持,再到具体的实际实施等每一步都不能偷工减料,才能真正服务于实际生产中。

3.2 优化措施对水肥利用效率的影响

水肥利用率的提高是水肥一体化技术的优化指标之一,相较于传统的灌溉施肥模式,水肥精准供给使得灌溉、施肥过程中水肥浪费现象大为减少,不利于作物的生长和高产。水肥一体化技术的优化过程中,除了精细化灌溉施肥以外,还可以借助土壤传感器、环境传感器以及决策系统,农场会依据每种作物生长的不同阶段土壤湿度情况、土壤温度条件、作物的需水情况等信息,动态调整供水量、施肥量,避免施肥过多、过少造成的水肥浪费现象,根据作物的生长以及需要不同营养成分的肥料进行合理施加,提高施肥的利用率,减少施肥造成的环境污染。除此之外,每一个环节所产生的水分、肥料都可以实现最大化利用,作物在生长初期通过精准给水可以让作物获得充足的水分与养分的供应,为后期高产做好准备。在作物的生长中后期,经过水肥优化技术可以节约灌水、追肥等资源,帮助作物生长,不会影响作物的生长状况,并且减少水分、肥料投入过程中可能出现的负面作用。在作物各个生长期的动态调整过程中能够保证作物的高产、节水、节肥以及环保^[3]。

3.3 不同环境下技术应用效果的比较

同样是水肥一体化技术的应用,不同环境的不同应用效果都是不同的,这也是对水肥一体化技术进行优化时十分重视的一点。设施蔬菜的种植环境条件是不同的,包括土壤结构、气候情况、作物类型等均不同,也会影响到水肥一体化技术的应用。在暖潮的区域进行应用,水肥一体化技术应用的精细调控不仅能有效提升水肥利用率,还能改良土壤状

况,提升作物抵抗环境的变化能力。在这种环境下,作物的生长速度较快,且也较少受到气候的影响,所进行的技术优化多情况较好,能够有效地提高水肥利用率、增加作物的产量和质量。而在干旱或者半干旱地区,应用水肥一体化技术多受制于水资源本身,所以水资源本身就较少的情况下,所进行水肥一体化技术的应用可能会受到很大限制,而且这种地区的农田土壤会相对贫瘠,水分挥发的速度较快,水肥管理较为困难,技术的优化难度较大。智能系统即使能通过土壤湿度的大小来对水分的渗透量进行优化调整,但由于受限于水资源的稀缺,如何将水分和肥料均准确地渗透到土壤的最深处也是其在干旱地区难以解决的问题。在寒冷的地区,水肥一体化技术应用受低温的利用也是有限的,因为该系统的应用能使施肥量相对有所变化,但由于低温情况下往往会对作物的吸收效果产生影响,水肥利用效果难以完全被发挥出来^[4]。为此,技术优化在适用性方面,要具备很好的灵活性和环境适应性,能够根据不同条件下的地理、气候环境实现主动性的调整。

3.4 优化后的技术在节水、增产方面的实际成果

通过水肥一体化技术的优化,使其在节水、增产等方面所带来的增益,绝不仅仅是表面上的数字变化,更多的是农业生产方式质的变化。水肥一体化技术优化所带来的好处的首要一点便是节水效益的凸显。通过有效的水肥调控技术使得水在被利用的过程中提高利用效率,同时对于水资源稀缺的干旱地带而言,这一技术让其稀缺的水资源得到了充分地利用。除此之外,水肥一体化技术可对于土中水分湿度和植物水、肥的需求等进行动态的调节,通过精确的水量控制从而防止水分被过度浪费。在水肥一体化技术优化过程中,设施蔬菜种植的水的利用率提升十分明显,节水效益高达 30%—40%。除此之外,水肥一体化技术的优化所带来的增产效益也是同样明显的。通过有效的水肥平衡比例保证植物合理的水肥利用率,从而使植物尤其是初期充分吸收水和肥料营养进行营养转运,使得植物根部发达,植株健壮从而增产丰收。水肥一体化技术优化后,肥料能够被精准投入,肥料利用效率的提高使得肥料在利用过程中并没有浪费的问题,而过度

施肥的肥害问题也随之得到规避。通过精准管理所带来的增产收益则是资源综合利用率的提高,通过水肥一体化技术优化后设施蔬菜种植中的水和肥的利用效率提升明显,在其生长过程中长势明显提升,质量得到大幅地提高,因此市场上的蔬菜产量和质量均有所提高,农民的收益大幅度提升。技术的优化不仅是对生产过程的改善,更是对整个农业生态系统可持续发展的一次深刻推动^[5]。随着更多优化措施的推进,节水增产的效果会越来越突出,这不仅是对技术本身的认可,更是对农业生产方式变革的见证。

3.5 进一步优化的潜力、改进方向

水肥一体化技术优化效果较好,但仍有优化空间与潜力,对水肥一体化的提升,一个方向是对精准性及智能化的提升。当前已可以较好地解决对水肥进行高精度调控,但是在更为复杂的环境下,精准性、高效率仍存一定不确定。比如,不同土壤、不同作物以及受环境波动造成的不可预期因素,仍旧是水肥管理效率的影响因素。优化方向之一,是对技术的可自适应性的提升,实现基于这些变量做出更为精准的变化。在水肥一体化技术的精准性、高效率提升的基础上,可以通过更多更高精度的传感器、更智能化的数据分析系统和平台,实现动态捕捉与环境变化的水肥一体化技术的自适应,可以显著提高水肥一体化在更复杂情况下的效率。其次,将水肥一体化系统技术的综合化是一个潜在的优化方向。当前水肥一体化多是对水分与肥料的独立调控,而农业生产是一个复杂的有机系统,包含了作物、土壤、气候等多重要素,优化方向是实现水、肥、气、温等一并调节,一个系统性的智能系统。系统化的整合,可以进一步作出对农业生产情况的提前预测。技术的可实施性也是进一步优化的一个方向。当前水肥一体化技术的成本偏高,对设备的要求也偏高,使得很多小规模农户无法实施。为更多农民所接受并运用也是此类技术走向普及的需要解决的问题之一^[6]。在可持续发展层面,对未来的优化和技术改良也必将集中关注于生态安全、节能减排等绿色技术。怎样在节约水资源的同时减少土壤盐

碱化的危害、节约用肥的活动以避免大量开采地下水等问题、怎样在循环利用、可再生资源上寻求变革以减少资源的消耗,等等,这将在今后技术的优化上着重关注的内容。以此类问题的改善与优化,水肥一体化技术也将更好地应用于设施蔬菜的栽培,服务于农业生产的可持续发展。

4 结束语

设施蔬菜水肥一体化技术的优化与应用,是推动农业可持续发展的重要路径之一。在经历了技术应用的初期探索与实践后,我们已经开始逐步破解其中的复杂难题,优化措施逐渐呈现出良好的效果。尽管如此,技术的进步依然处于不断探索和调整的阶段。随着环境变化和种植需求的日益多样化,未来的技术优化与应用需要更加精准地适应不同地区和条件的差异。通过更深层次的技术革新与理论研究,设施蔬菜水肥一体化技术必将在提升农业生产效率、推动资源高效利用方面发挥更为重要的作用。

参考文献

- [1] 李华,王强.设施蔬菜水肥一体化技术的应用现状与发展方向[J].农业工程技术,2020,40(10):72-75.
- [2] 张丽娜,刘明.设施蔬菜水肥一体化系统设计与优化研究[J].现代农业科技,2022,43(06):124-126.
- [3] 王磊,张宏.设施蔬菜水肥一体化技术在节水农业中的应用探讨[J].水土保持研究,2021,28(05):92-95.
- [4] 陈思远,王雨萍.水肥一体化技术在设施农业中的推广与应用[J].农业科学与技术,2021,42(03):50-53.
- [5] 杨洁,李建军.基于智能化技术的设施蔬菜水肥一体化管理模式研究[J].现代农业发展,2021,37(09):58-61.
- [6] 赵宏伟,刘静.设施蔬菜水肥一体化技术的优化措施及其应用效果分析[J].农业工程学报,2023,39(02):112-116.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS