

植物生长的智能无土栽培系统

闫政雄 张博 杨坤 薄皓龙 郝建峰

山西能源学院

DOI:10.12238/as.v7i3.2378

[摘要] 为提高植物在无土栽培过程中的健康生长和远程监测控制,本文旨在探讨智能无土栽培系统在植物生长中的实时操控与远程控制的可能性及其应用。通过构建一套关于植物生长的智能无土栽培系统,对植物无土栽培过程中的参数进行实时操控,并通过云端服务器进行远程控制及方案制定,实现无土栽培的数据化和简便化。研究结果表明,该系统能够有效提高植物生长的效率和质量,可以实时监测植物生长状况并施以相应措施,为未来农业的发展提供了新的方向。

[关键词] 无土栽培; 智能控制; 云端服务器

中图分类号: S317 文献标识码: A

Intelligent soilless cultivation system for plant growth

Zhengxiong Yan Bo Zhang Kun Yang Haolong Bo Jianfeng Hao

Shanxi Institute of Energy

[Abstract] In order to improve the healthy growth and remote monitoring and control of plants in the process of soilless cultivation, this paper aims to explore the possibility and application of real-time control and remote control of intelligent soilless cultivation system in plant growth. By building a set of intelligent soilless cultivation system for plant growth, the parameters in the process of soilless cultivation of plants are controlled in real time, and remote control and scheme formulation are carried out through the cloud server, so as to realize the data and simplification of soilless cultivation. The results show that the system can effectively improve the efficiency and quality of plant growth, and can monitor plant growth status in real time and implement corresponding measures, which provides a new direction for the development of agriculture in the future.

[Key words] soilless culture; Intelligent control; Cloud servers

引言

随着现代科技的飞速发展,传统农业方式正逐渐被智能农业所取代。智能无土栽培系统作为智能农业的重要组成部分,通过精准控制植物生长环境参数,实现植物的高效、高质、高产。本文将详细介绍一种植物生长的智能无土栽培系统,该系统能够实时观察参数,并通过云端服务器远程调控,为现代农业的发展提供有力支持。

1 国内外研究背景

1.1 国外无土栽培发展概况

1.1.1 欧洲

欧洲国家发展无土栽培较早。21世纪以来,欧洲共同体要求所有成员国的园艺作物生产都要采用无土栽培。无土栽培技术最先进的国家是荷兰,占设施栽培面积的95%;比利时、波兰80%~95%的温室采用无土栽培;而西班牙、意大利、希腊温室采用无土栽培的比例仅为7%~9%,但近年来扩展速度较快。这些国家的无土栽培以岩棉、珍珠岩、椰糠等基质栽培为主。其他

欧洲国家无土栽培面积有限,约1500 hm²。俄罗斯温室面积在苏联解体后的20年里减少了一半,最近10年快速增长回到3600hm²,其中新建大型现代温室占总面积20%,均以无土栽培为主。

1.1.2 美洲

美国将花卉的无土栽培列为农业十大技术之一并开发推广,2019年蔬菜和草莓、香草等食用植物设施栽培面积826hm²,总产量39万t,其中通过水培系统生产的产量占54%。2018年水培农场总数219家,产值870万美元,其中营养液膜技术占36%,浮板和深水培占14%,雾培占8%。目前,美国苗木生产43万hm²,绝大部分是基质栽培,其中露地容器栽培面积41.5万hm²。2019年美国园艺生产企业购买栽培基质的费用达到3.6亿美元,其中83%用于各种观赏植物和苗木生产,蔬菜和草莓育苗占5%,蔬菜等作物栽培占5.7%。加拿大温室面积约2600hm²,其中水培约600hm²。拉丁美洲设施园艺总面积约10万hm²,其中墨西哥约4万hm²,水培17.5hm²;巴西3万hm²,水培50hm²,预计每年增长5%。

1.1.3 亚洲

亚洲国家的无土栽培以日本和韩国为主。日本设施园艺总面积43232hm² (不包括植物工厂), 其中无土栽培1826hm², 占比4.2%, 其中约1/4为水培。韩国设施园艺面积52400hm², 无土栽培3184hm²。土耳其无土栽培从1995年开始时的10hm², 到2016年已经增加到1200hm², 占总温室面积的2.3%, 且以珍珠岩、岩棉和椰糠基质培为主^[1]。新加坡主要发展以水培、雾培为主的垂直农场(植物工厂), 鱼菜共生, 屋顶农场, 物联网精准都市农业等。

中东和阿拉伯半岛可耕地少, 节水高产的无土栽培具有广阔的发展前景。2018年, 阿联酋和阿曼分别有1100个和420个温室采用无土栽培, 也门、巴林、科威特、卡塔尔等也在推进无土栽培技术。沙特温室主要栽培番茄和黄瓜, 但其温室栽培面积却由2009年的9672hm²减少到2018年的3265hm²。阿联酋则在阿布扎比、迪拜投资上亿美元建设超大型植物工厂用于无土栽培。以色列是中东设施园艺产品、设备和技术输出国家, 其设施园艺面积1.5万hm², 绝大多数采用无土栽培。伊朗设施园艺发展迅猛, 温室面积接近2.1万hm², 有37.3%的温室采用无土栽培, 主要栽培作物包括黄瓜(37.3%)、切花(25.6%)、草莓(18.2%)和番茄(9.1%)。

1.1.4 非洲和大洋洲

埃及有1350hm²塑料温室和5万hm²大棚, 而采用水培的仅10hm², 政府曾启动4万hm²的大规模温室建设项目, 大力发展设施园艺, 其中相当大的比例采用无土栽培。在南非, 水培主要用来生产高附加值蔬菜。在东非, 肯尼亚、坦桑尼亚和乌干达也有小规模采用无土栽培技术生产。在大洋洲, 澳大利亚约1310hm²温室采用无土栽培。

1.2 中国无土栽培发展概况

改革开放以后, 无土栽培在中国开始蓬勃发展。2000年以来, 多地大量兴建超大型连栋温室, 促进了无土栽培的发展。近年来, 中国无土栽培进入迅速发展阶段, 2015年无土栽培面积约2万hm², 2016年达到3万hm², 2020年在5万hm²左右, 其中有1.3万hm²的玻璃温室均采用无土栽培。

中国无土栽培中有机基质培约占50%, 无土栽培技术大多用于黄瓜、番茄、叶用莴苣、甜瓜、甜椒等蔬菜作物的生产, 部分花卉、果树也开始大面积应用。工厂化育苗和水稻育秧均采用固体基质, 其中, 蔬菜年无土育苗量超过1000亿株, 2015年中国花卉无土育苗花卉超过86亿株、水稻无土育秧栽培面积2719万hm²。值得关注的是, 在中国甘肃河西走廊地区, 利用荒漠戈壁等非耕地发展有机基质培无土栽培, 面积超过3500万m²。

2 植物生长智能无土栽培系统概述

智能无土栽培系统是一种基于物联网技术的智能化农业系统, 通过传感器实时监测植物生长环境参数, 如温度、湿度、光照、CO₂浓度等, 并将数据传输至云端服务器。云端服务器根据接收到的数据进行分析处理, 生成相应的控制指令, 通过远程调控系统实现对植物生长环境的精准控制。

2.1 系统原理

无土栽培是一种不使用土壤, 而是利用营养液来培养植物

的方法。智能无土栽培系统在此基础上, 通过计算机控制系统实现对植物生长环境的智能化管理^[2]。具体原理如下:

计算机控制系统通过传感器实时采集植物的生长环境数据, 如温度、湿度、光照、土壤湿度等。

计算机根据采集到的数据, 结合预设的植物生长模型和算法, 分析植物的生长状况, 并自动调节环境参数, 如调整温度、湿度、光照等。

计算机通过控制营养液的供应, 实现对植物的营养需求的精确控制。

2.2 植物生长的智能无土栽培系统的优点

该系统具有以下优点:

(1) 精准控制: 通过传感器实时监测植物生长环境参数, 实现精准控制, 提高植物生长效率和质量。(2) 远程调控: 用户可通过云端服务器随时随地对植物生长环境进行远程调控, 方便快捷。(3) 智能化管理: 系统可根据植物生长需求自动调节环境参数, 实现智能化管理, 降低人工成本。

3 植物生长的智能无土栽培系统组成

智能无土栽培系统主要由以下几个部分组成:

(1) 计算机控制系统: 是整个系统的核心, 负责对植物生长环境的监测和调节。(2) 营养液: 为植物提供必要的养分, 智能无土栽培系统通过控制营养液的成分和供应量, 实现对植物的营养需求的精确控制^[3]。(3) 培养容器: 用于容纳植物和营养液, 通常采用透气性好的材料制成, 以保证植物根部的氧气供应。(4) 传感器模块: 用于实时监测植物生长环境参数, 包括温度、湿度、光照、CO₂浓度等^[4]。(5) 数据传输模块: 将传感器采集的数据传输至云端服务器, 支持有线和无线传输方式。(6) 云端服务器: 接收传感器数据并进行处理分析, 生成控制指令, 实现远程调控功能。(7) 终端控制模块: 向云端服务器发送的控制指令, 调节植物生长环境参数, 如灌溉、通风、补光等。

4 植物生长的智能无土栽培系统功能

4.1 实时观察参数

智能无土栽培系统通过传感器模块实时监测植物生长环境参数, 并将数据实时显示在用户界面中^[5]。用户可通过手机、电脑等终端设备随时查看植物生长环境参数的实时数据, 包括温度、湿度、光照、CO₂浓度等。通过对比不同时间段的参数数据, 用户可以了解植物生长环境的变化趋势, 为精准调控提供依据^[6]。

4.2 远程调控功能

用户可通过云端服务器对植物生长环境进行远程调控。云端服务器接收用户发送的控制指令, 通过数据传输模块将指令发送至控制模块, 实现对植物生长环境的精准控制^[7]。用户可根据植物生长需求, 调整灌溉量、通风量、光照强度等参数, 以满足植物的生长需求。

4.3 智能化管理

智能无土栽培系统具备智能化管理功能。云端服务器根据接收到的传感器数据进行处理分析, 生成相应的控制策略。当环

境参数超出设定范围时,系统可自动调整环境参数,保持植物生长环境的稳定^[8]。此外,系统还可根据植物生长周期和生长需求,自动调节环境参数,实现智能化管理。

5 未来展望和应用场景

5.1 中国无土栽培发展趋势分析

5.1.1 无土栽培面积将快速增加

中国设施园艺面积已达到400万hm²,但无土栽培面积仅3万hm²。随着土壤栽培年限的延长,土壤病虫害、盐渍化、酸化等障碍问题日益严重(重度障碍土壤),加之土壤重金属污染等原因;居民对园艺等农产品安全和质量的要求越来越高,渴望消费到高品质、高档园艺产品。再者,由于国家注重粮食安全,强调园艺作物等不与粮抢地,国家大力支持发展利用非耕地采取无土栽培的方式进行蔬菜生产。由于大型企业斥巨资陆续投资设施园艺,不断兴建大型现代化温室,均采用无土栽培技术。预计今后我国无土栽培面积每年将以1.5万hm²的速度增加,“快速发展阶段”即将到来^[9]。

5.1.2 非耕地无土栽培发展迅速

2023年6月9日发布的《全国现代设施农业建设规划(2023—2030年)》再次明确指出:在保护生态和不增加用水量前提下,合理利用各种非耕地资源,科学利用戈壁、沙漠、盐碱地等发展设施农业,有效缓解耕地资源紧张。带动全国新增非耕地现代设施农业100万亩以上(2023~2030),发展蓄热保温、无土节水戈壁设施农业。西北戈壁现代设施种植,建设300个千亩(30万亩)以上戈壁设施种植园区;□淮海和环渤海盐碱地现代设施种植,建设200个千亩(20万亩)以上盐碱地设施种植园区。预计今后每年新增非耕地无土栽培面积1万公顷(15万亩)^[10]。

5.1.3 大面积生产应用仍以简易型基质培无土栽培为主

大面积生产应用,如农民的日光温室和塑料大棚等仍以投资少、技术简单的各种形式的基质培无土栽培为主,特别是大面积的非耕地设施栽培大多仍采用基质培技术进行蔬菜作物生产。

5.2 应用场景

智能无土栽培系统可广泛应用于城市农业、温室大棚、家庭园艺等领域。在城市农业中,该系统可用于种植蔬菜、水果等农产品,提高产量和质量,满足城市居民对绿色、健康食品的需求^[11]。在温室大棚中,该系统可实现环境参数的精准控制,提高温室大棚的生产效益和经济效益。在家庭园艺中,该系统可为家庭用户提供方便、高效的植物养护方式,提升家庭生活环境质量。通过物联网技术的运用,种植户可以通过手机APP或PC端查看各种环境数据,并通过设定的程序自动进行相关环境指标调

控等,降低了劳动强度,减少了劳动投入,提高了生产效率,节约了成本。

6 结论

在植物的无土栽培中,基于物联网和传感技术的智能化管理系统展现了显著的应用潜力,通过建立完善的物联网系统架构,合理选择和布局传感器,实现了对植物栽培环境的全面感知和实时监测。智能无土栽培系统通过精准控制植物生长环境参数,实现植物的高效、高质、高产。该系统具备实时观察参数、远程调控和智能化管理等功能,为现代农业的发展提供有力支持。总之,智能无土栽培系统是一种具有广泛应用前景的植物生长方式。随着计算机技术、传感器技术和人工智能算法的发展,智能无土栽培系统的性能将不断提高,有望为中国的农业、花卉产业和城市绿化等领域带来革命性的变革。

[参考文献]

- [1]赵华.无土栽培营养液多离子检测与控制技术的探索[J].当代农机,2024,(03):61-62+64.
- [2]韩东辰.基于物联网和传感技术的冰菜无土栽培智能化管理[J].农业技术与装备,2024,(03):11-13.
- [3]王志平,刘莹,曲明山,等.北方草莓温室后墙韭菜管道无土栽培技术[J].蔬菜,2024,(02):75-78.
- [4]吴小李,吴竹,李宏亚,等.浅谈物联网技术在草莓无土栽培中的应用[J].上海农业科技,2023,(06):44-46.
- [5]于春雷,金迪.现代园艺中无土花卉的栽培技术[J].现代园艺,2023,46(17).2023.17.056.
- [6]薛帅杰,宋盈,李子钰,等.设施蔬菜基质栽培技术的应用[J].河北农机,2023,(13).2023.13.031.
- [7]张妍欣.浅析人工智能技术在农业灌溉中的应用[J].南方农机,2024,55(09):56-60.
- [8]刘旺,王若楠,张孟浩,等.农业大棚温湿度智能控制与应用[J].工业控制计算机,2024,37(04):132-134.
- [9]祖连全,高炉水渣无土栽培与温室大棚智能控制系统关键技术集成与示范[J].青海省,青海顺泰农牧开发有限公司,2017-11-10.
- [10]李程,冯志红,李丁仁.蔬菜无土栽培发展现状及趋势[J].北方园艺,2002,(06):9-11.
- [11]马宇婧,王任,温祥珍,等.无土栽培条件下的根温控制技术[J].农业工程技术,2018,38(34).2018.34.010.

作者简介:

闫政雄(2001--),男,汉族,山西省吕梁市人,本科,学生,资源与环境相关研究。