

Research on Innovation and Promotion of Resilient Crop Cultivation Technologies under Climate Change

Fuyuan Ma

Comprehensive Experimental Station for Desertification Control in Minqin Gansu Province, Wuwei, Gansu, 733000, China

Abstract

Global climate change-induced extreme weather events including heatwaves, droughts, floods, and pest outbreaks have become critical factors affecting agricultural productivity and food security. These climatic anomalies not only alter crop growth cycles and phenological patterns but also exacerbate soil degradation and water imbalance, exerting sustained pressure on agricultural ecosystems. To address this challenge, establishing climate-resilient crop cultivation systems has become a core direction for sustainable agricultural development. This study explores innovative approaches to resilient crop cultivation technologies encompassing drought resistance, flood tolerance, heat adaptation, and pest control. Key strategies include precision regulation techniques, ecological cultivation adjustments, intelligent agricultural management, and biological control measures. The research emphasizes integrating technological innovation, variety improvement, and management optimization to enhance crop resilience. Regional demonstration projects and policy incentives are proposed to promote widespread adoption of these technologies. This work provides theoretical foundations and practical references for building climate-resilient agriculture.

Keywords

Climate change; Crops; Stress-tolerant cultivation; Technological innovation; Extension system

气候变化下农作物抗逆栽培技术创新与推广研究

马福元

甘肃省民勤治沙综合试验站, 中国·甘肃 武威 733000

摘要

全球气候变化引发的高温、干旱、洪涝及病虫害频发, 已成为影响农业生产稳定性和粮食安全的关键因素。气候异常不仅改变了农作物的生长周期与物候规律, 还加剧了土壤退化与水分失衡, 给农业生态系统带来持续压力。为应对这一挑战, 构建适应气候变化的农作物抗逆栽培体系是农业可持续发展的核心方向。本文从抗旱、抗涝、抗高温及抗病虫等方面探讨了农作物抗逆栽培技术的创新路径, 涵盖精准调控技术、生态调适栽培、智能农业管理与生物调控策略等。研究强调, 结合科技创新、品种改良和管理模式优化, 提升农作物对逆境环境的适应性, 并通过区域化示范与政策激励体系推动技术广泛应用。本文为构建气候韧性型农业提供了理论依据与实践参考。

关键词

气候变化; 农作物; 抗逆栽培; 技术创新; 推广体系

1 引言

气候变化已成为全球性挑战, 极端天气事件对农业生产带来持续冲击。我国作为受气候变化影响最显著的国家之一, 面临高温、干旱、强降雨和病虫害等多重威胁, 农业生产面临巨大的不确定性与风险。传统栽培管理方式难以应对复杂气候, 导致减产和品质下降。为应对这一挑战, 发展以抗逆性为核心的农作物栽培技术至关重要。抗逆栽培不仅关注作物的生理适应, 还强调生态系统、技术系统和管理系统

的协同优化。随着农业信息化、生物育种及生态农业理念的发展, 抗逆栽培技术正从单一防灾转向综合调控与智慧管理的新阶段。本文探讨了气候变化背景下农作物抗逆栽培的技术创新与推广体系, 旨在推动农业生产的高效、稳定与绿色发展。

2 气候变化对农作物生长环境与生产体系的影响

2.1 气候异常对农作物生态环境的破坏

气候变化通过温度、降水及辐射等多重因素影响农业生态系统。全球变暖导致作物生育期缩短, 光合效率下降, 尤其在南方稻区和北方玉米带, 出现了“早熟减产”现象。

【作者简介】马福元(1974—), 男, 中国甘肃武威人, 工程师, 从事农学研究。

干旱频发导致土壤墒情恶化,限制根系生长与养分吸收;而极端降雨则造成田间渍涝、根系缺氧与病害滋生。气候波动使得耕层结构与微生物群落失衡,生态稳定性下降,农作物生产环境更加脆弱^[1]。

2.2 气候变化导致农作物生理应激加剧

高温和干旱是最典型的气候胁迫类型。高温导致作物叶片蒸腾加剧、光合系统受损,蛋白质失稳而影响籽粒灌浆;干旱胁迫则抑制水分运输和气孔调节,使光合效率下降。低温冷害在北方春季也频繁发生,影响播种与出苗。气候变异引发的病虫害扩散更为显著,如小麦条锈病、玉米黏虫等在不同纬度区交替暴发,进一步增加农田管理难度^[2]。

2.3 农业生产体系的结构性挑战

气候变化不仅影响作物个体生理过程,还对整个农业生产体系提出了新的要求。传统以高投入为特征的农业模式在应对极端气候时缺乏韧性,农业水资源利用率低、土壤退化严重。部分地区作物种植结构单一、区域布局不合理,导致抗风险能力不足。气候变化使得“高产”与“稳产”的矛盾日益突出,农业生产亟需从数量导向转向生态效率与环境适应并重的发展模式。

3 抗逆栽培技术创新的理论基础与发展趋势

3.1 抗逆栽培的系统理念

抗逆栽培技术是一种综合农业体系,整合了作物遗传改良、生态调控和管理优化。其核心理念在于通过植物、环境与管理的协调作用,确保作物在逆境条件下保持高效生产潜力。该技术体系依托生态学原理,通过生物多样性增强、资源循环利用与微生态调节等方式,实现农业系统的动态平衡。通过调节栽培环境、优化农艺措施,使作物能够更好地适应不利的气候和土壤条件,保持稳产高产。这一系统不仅提升了作物的抗逆能力,也为农业可持续发展提供了新的路径^[3]。

3.2 科技创新推动抗逆栽培模式升级

现代科技的进步为抗逆栽培技术的应用提供了强有力的支撑。生物育种技术,特别是基因编辑和分子标记筛选,使得抗旱、抗盐、抗高温的作物品种的培育成为可能,极大提高了作物在不利环境下的生产力。同时,信息化技术的应用使得气象监测、土壤墒情与作物生长过程能够实现数字化监控,精准决策成为现实。智能化设备与无人机施肥、喷灌技术的应用,提高了逆境管理的效率和响应速度。这些科技创新使抗逆栽培由传统的经验农业迈向数据驱动的精准农业。

3.3 可持续农业理念的融入

可持续发展理念强调农业生产应与生态环境相协调。抗逆栽培技术的发展趋势是“生态—科技—经济”的三维融合,倡导通过绿色循环体系减少资源消耗与环境负担。通过建立生态补偿机制,农户可以通过生态种植和减排措施获得政策支持,提升技术推广的社会可行性与经济可持续性。这

一理念的融合,推动了农业生产方式的转型升级,使抗逆栽培不仅具备了提高作物产量和抗逆性功能,也更符合现代农业发展的绿色、环保需求^[4]。

4 主要抗逆栽培技术创新路径

4.1 抗旱与节水栽培技术

干旱是农业生产中的重大挑战,尤其在水资源匮乏的地区,抗旱技术的创新对提升作物产量至关重要。精准灌溉技术,如滴灌、微喷和地下渗灌,能根据土壤墒情的实时变化精准调控水量,从而实现节水和增产的双重目标。此外,深松免耕与地膜覆盖技术有效改善土壤的通透性与保水能力,减少水分蒸发损失。生物刺激剂和抗旱调节剂的使用则能增强作物体内的渗透调节能力,显著提高作物的抗旱性。在品种选择上,通过筛选深根系、高渗透势和高叶片保水性的抗旱品种,可以提高作物的水分利用效率。近年来,基于遥感监测的灌溉决策系统已在黄淮海旱作区得到广泛应用,为农业抗旱管理提供了科学依据,帮助农民根据天气变化和土壤湿度进行精准灌溉,进一步提升了农业生产的可持续性^[5]。

4.2 抗涝与排水调控技术

强降雨的增加导致渍涝灾害风险上升,如何有效管理农田水分,尤其是在湿润气候中,已成为农业抗逆的关键。抗涝栽培的核心是“排、蓄、导、渗”系统建设,包括高畦栽培与沟渠配套系统,能有效改善田间排水条件,防止根系窒息。对于耐渍品种的应用,通过调控根区通气(如使用气根诱导剂与生物孔隙材料)显著提高作物在湿害环境下的生存率。此外,雨水收集与循环利用系统的推广实现了水资源的高效管理,形成了“雨水入库—田间调控—生态回补”的闭环管理模式,兼顾了防涝与水资源的可持续利用。数字化排水监控系统的引入,使得农田排水管理进入智能调度阶段,优化了排水过程,提高了排水效率和精准度。

4.3 抗高温与冷害防控技术

高温和冷害是影响作物生长的重要气候因素,尤其在极端天气条件下,如何有效保护作物免受高温和低温的伤害成为关键。针对高温胁迫,遮阳网覆盖、喷雾降温与夜间补光技术已成为行之有效的高温防护措施,通过调节作物生长环境温度,减少授粉障碍和籽粒形成的损伤。此外,施用海藻提取物和抗氧化剂可增强作物细胞膜的稳定性,有效降低高温对作物造成的损伤。对于冷害防控,地膜保温、烟雾防霜和微气候调控技术(如温湿监测反馈系统)已被广泛应用,能有效减轻低温对作物的伤害。近年来,基于基因编辑技术(如CRISPR)的抗高温品种培育成为研究热点,如耐热水稻和抗热玉米的推广,显著提升了作物的抗逆性和稳产性,为应对气候变化提供了更加精准的解决方案。

5 农作物抗逆栽培的生态调控与管理创新

5.1 生态农业模式的融合

生态农业模式的核心在于提升农业生态系统的自我调

节能能力,并通过优化作物栽培环境来增强抗逆能力。构建“作物—微生物—环境”互利共生的生态系统,能够利用自然资源和生物过程,减少外部资源的依赖,从而提高系统的稳定性与可持续性。绿肥种植与秸秆还田技术是提升土壤质量和增加有机质的有效途径,能够改善土壤的保水保肥能力,提升作物抗逆的生长环境。复合种植与轮作制度不仅能够有效减少土壤退化,还能降低病虫害密度,从而促进生态系统的稳定性。此外,节能型农业设施如太阳能温室和智能大棚通过自动调节气候条件,能够为作物提供稳定的微环境,减少气候变化带来的不利影响。生态型栽培不仅增强了作物的抗逆能力,还推动了农业生产的绿色转型,为实现可持续农业发展提供了技术保障。

5.2 信息化与智能化管理体系

信息化与智能化技术的应用,使抗逆栽培进入了精准管理时代。基于物联网技术的“智能农田系统”能够实时采集气候、土壤墒情、作物生理状态等数据,并通过分析预测逆境风险,自动调节灌溉、施肥及通风等管理环节,确保作物生长条件的最优化。无人机与卫星遥感技术的结合,可以实现大范围的农田监测,尤其在逆境天气或灾害预警方面提供了及时有效的数据支持。此外,人工智能算法能够对作物生长模式进行建模,分析影响因素,实现动态管理决策。通过这些智能化技术的应用,农业生产不仅变得更加精确,还能够在逆境条件下实现主动调控,降低自然灾害或不利环境对作物生长的影响,从而提高农业生产的效率与安全性。

5.3 综合防控与农艺协同策略

抗逆栽培技术的稳定性和持续性依赖于多学科技术的协同应用,特别是在气候变化、病虫害防治及养分管理等方面的综合调控。应建立一套完整的调控体系,结合气候预测、病虫害预警、养分管理和生物防控策略,以实现作物生长的全面调控。病虫害综合治理(IPM)策略,结合生物农药和生态调节剂的应用,能够有效减少化学农药的使用,减少环境污染,同时保护农田生态系统的健康。科学的轮作与间作模式不仅能够优化土壤质量,还能打破病虫害的传播链条,提升系统的抗逆能力。

6 技术推广体系与政策支持机制

6.1 区域化技术示范与推广机制

农作物抗逆栽培的推广应因地制宜,充分考虑各区域的自然条件、气候特点和土壤状况。因此,首先应在不同生态区建立试验示范基地,如东北寒旱区、西北干旱区、长江中下游湿热区等,针对每个地区的特定问题,通过典型案例

展示适宜的技术组合。通过这些试验示范基地,不仅可以验证技术的适用性,还能积累实践经验,为后续的推广提供数据支持。在推广过程中,农技推广部门与科研院所应加强协同,形成“科研—示范—推广—应用”闭环体系,确保科研成果能够顺利转化为生产力。同时,应建立多主体参与机制,鼓励农业企业、合作社与农户共同参与技术示范,这样可以促进科技成果的社会化扩散与本地化适配,提高技术应用的广泛性和有效性。

6.2 政策激励与金融支持体系

抗逆技术的推广需要政策引导和经济激励。政府应完善农作物保险和气候风险补偿机制,减少农民采用新技术的风险。同时,设立专项基金用于抗逆品种的培育和节水设备的更新,帮助农民减少技术转化成本。为推动农业企业的参与,政府应提供绿色信贷、税收减免等政策措施,鼓励农业企业加大对抗逆栽培技术研发和生态农业建设的投入。此外,建立农业碳汇交易与生态补偿机制,将抗逆栽培纳入低碳农业评价体系,既可以增强农民的生态责任感,也能为农民带来生态效益的经济回报,实现生态与经济双赢的局面。

7 结语

气候变化背景下,农作物抗逆栽培技术创新已成为保障农业安全与可持续发展的战略任务。抗逆栽培是一项系统工程,涉及生物科技、生态环境、信息技术与社会管理的综合协调。通过完善的技术创新体系、生态调控机制与高效的推广服务网络,能显著提升农业系统的气候韧性。未来发展应聚焦智能化、绿色化与区域化协同推进,实现从“单项技术”向“系统应对”的转变。在政策层面,需强化国家战略支持与国际合作,推动气候适应型农业模式的全球经验共享。将科技创新、生态理念与社会机制有机结合,才能构建面向未来的可持续农业体系,为粮食安全与生态文明建设提供支撑。

参考文献

- [1] 苏丽敏.秋粮抗逆栽培:构建气候韧性农业的破局之道[J].农村新技术,2025,(09):4-6.
- [2] 齐宝哈.日光温室土壤逆境黄瓜抗逆栽培技术的SWOT分析[D].河北科技师范学院,2021.
- [3] 束胜,胡晓辉,王玉,等.蔬菜作物逆境生理与抗逆栽培研究进展[J].南京农业大学学报,2022,45(06):1087-1098.
- [4] 郭文善.小麦抗逆高产机理与调控技术体系研究及应用.江苏省,扬州大学,2011-02-26.
- [5] 李玮奇.适宜华中地区不同栽培模式下优质抗逆的莠苣品种筛选[D].华中农业大学,2024.