

滴灌条件下不同灌溉频率对玉米生长及水分利用效率的影响

赵水生¹ 王连志² 朱毅³

1. 南京振高建设有限公司 江苏南京 210000

2. 江苏利通建设管理咨询有限公司 江苏南京 210000

3. 东台市溱东镇水务站 江苏东台 224200

摘要: 本文探讨了滴灌条件下不同灌溉频率对玉米生长及水分利用效率的影响。适当的灌溉频率能够有效提高玉米的生长速度和产量,同时优化水分的利用效率。过低的灌溉频率可能导致玉米生长受限,产量下降,而过高的灌溉频率则可能引发水分浪费和根系问题。根据不同地区的气候和土壤条件,合理的灌溉频率不仅能满足作物的水分需求,还能减少水资源的浪费。本文建议通过精确的灌溉频率调整,实现玉米生长的最大效益,并为节水农业提供理论支持和实践指导。

关键词: 滴灌;灌溉频率;玉米生长;水分利用效率;农业水管理

引言

水资源的短缺已成为全球农业生产面临的主要问题之一,如何合理利用有限的水资源,已成为提高作物产量和水分利用效率的关键。玉米作为重要的粮食作物,其生长过程中对水分的需求较高,因此滴灌技术作为精准灌溉手段,能够有效提高水分利用效率,减少水资源浪费。不同的灌溉频率对玉米的生长、产量以及水分利用效率产生了显著影响。过高或过低的灌溉频率可能导致水分浪费或作物生长受限,影响最终产量。合理的灌溉频率能够在满足玉米生长需求的同时,最大化水分利用效率。研究滴灌条件下不同灌溉频率对玉米生长的影响,不仅有助于提升玉米生产效益,也为节水农业的发展提供了理论依据。

一、滴灌条件下不同灌溉频率对玉米生长的影响分析

(一) 不同灌溉频率对玉米生长周期的影响

不同的灌溉频率对玉米的生长周期具有重要影响。适当的灌溉频率能够确保玉米在不同生长阶段的水分需求得到满足,从而促进其快速生长。灌溉频率过低时,玉米可能会经历干旱胁迫,导致其生长周期延长,甚至影响其开花和灌浆阶段的正常进行^[1]。而频率过高时,虽然水分供应充足,但也可能导致水分过剩,进而影响根系的生长和呼吸作用。合理安排灌溉频率,特别是在玉米生长的关键期(如出苗期、抽穗期和灌浆期),对于

缩短生长周期和提高产量具有显著作用。根据研究数据,适当的灌溉频率能够优化玉米的生长周期,确保其在不同阶段获得所需的水分。

(二) 灌溉频率对玉米生长特征的影响

灌溉频率直接影响玉米的生长特征,如株高、叶面积等。频繁的灌溉可以促进玉米的营养吸收和光合作用,从而使玉米表现出更强的生长势头。在滴灌条件下,适中的灌溉频率能够保持土壤湿润,增强根系对养分的吸收,进而促进玉米株高和叶面积的增长。较低的灌溉频率则可能导致水分供应不足,影响叶片的展开和光合作用效率,进而限制玉米的生长。过高的灌溉频率则可能导致土壤过湿,抑制根系的正常呼吸作用,进而影响植物的生长发育。灌溉频率与玉米生长特征之间存在着较为复杂的关系,优化灌溉频率可以促进玉米生长特征的提升,尤其是在生育期的不同阶段。

(三) 灌溉频率对玉米根系发育的影响

灌溉频率对玉米根系的发育有显著影响。玉米的根系在不同的灌溉频率条件下会表现出不同的生长特性。在适宜的灌溉频率下,水分供应能够满足玉米根系的需求,促进根系的深度和数量增长。研究显示,较为频繁的灌溉能够保持土壤的湿润状态,有利于根系的生长,并使其能够更好地扩展至土壤深层,从而有效地吸收水分和养分。相反,当灌溉频率过低时,根系可能因水分不足而生长缓慢,甚至表现出枯萎现象。而灌溉频率过

高时，根系可能因土壤长期过湿而缺氧，导致根系呼吸受限，甚至发生根腐。灌溉频率对玉米根系的生长有着直接的影响，合理调整灌溉频率对促进根系的健康发育至关重要。

二、滴灌条件下不同灌溉频率对玉米水分利用效率的影响

（一）水分利用效率的定义与测量方法

水分利用效率（Water Use Efficiency, WUE）是衡量作物生长过程中水分利用效果的一个重要指标。其定义通常为作物单位水分消耗所获得的生物量或产量。WUE的提高意味着在相同水分投入的条件下，作物能够产生更多的产量，表现为水分资源的高效利用^[2]。水分利用效率的测量方法通常包括两种：一种是通过收集作物的干物质产量与灌溉用水量进行比值计算，另一种则是通过气象数据和土壤水分数据来估算作物的蒸散量与产量之间的关系。WUE的评估还可以结合作物的生理数据，如叶片气孔导度和蒸腾速率等参数。这些方法有助于全面评估灌溉管理下作物水分的利用效果，为农业水资源的合理配置提供依据。

（二）不同灌溉频率对水分利用效率的优化作用

灌溉频率对作物水分利用效率的优化起着至关重要的作用。合理的灌溉频率能够在保证作物生长的减少水分的浪费，提高水分的利用效率。过低的灌溉频率可能导致作物生长受到干旱胁迫，影响水分的有效吸收，降低水分利用效率。相反，过高的灌溉频率则可能导致水分过剩，增加水分蒸发和深层渗漏，从而使作物根系无法高效吸收水分，最终降低水分利用效率。在滴灌条件下，适中的灌溉频率有助于保持土壤湿润状态，减少水分损失，同时满足作物在不同生长阶段的水分需求，从而优化水分利用效率。灌溉频率的科学调整不仅能提高作物生长速率，还能最大化水分的利用效果，减少资源浪费。

（三）高效水分利用频率的确定

确定高效水分利用频率需要结合多方面的因素，特别是作物的生长阶段和当地的气候条件。不同的作物在不同生长阶段对水分的需求差异较大，因此需要根据作物的水分需求曲线来调整灌溉频率。研究显示，玉米等作物在苗期和灌浆期对水分的需求较高，而在中期生长阶段则可以适当减少灌溉频率。当地的气温、湿度以及土壤的类型也会影响最佳灌溉频率的确定。在高温干旱的地区，增加灌溉频率可以确保水分的有效供应，而在

湿润地区，则需要减少灌溉频率以避免水分过多导致根系缺氧。综合考虑这些因素后，通过试验和数据分析，可以确定一种适宜的灌溉频率，从而实现水分利用效率的最大化，并减少水资源的浪费。

三、滴灌下灌溉频率与玉米产量之间的关系

（一）灌溉频率对玉米产量的直接影响

灌溉频率直接影响玉米的水分供应，进而对产量产生显著作用。合理的灌溉频率可以有效确保玉米在生育期内获得充足的水分，促进光合作用和养分吸收，增强植物生长。在滴灌条件下，较高的灌溉频率能够有效提高玉米的产量，尤其是在干旱季节，充足的水分供应有助于玉米顺利进入灌浆期，从而提高籽粒的积累。过低的灌溉频率会导致玉米水分缺乏，抑制其生长，影响花粉受精和果实发育，最终导致产量下降。反之，过高的灌溉频率虽然能保证水分充足，但可能会造成水分浪费，影响土壤结构，甚至导致根系生长不良，影响玉米产量。

（二）灌溉频率调整对玉米水分供应的优化作用

灌溉频率的调整对于优化玉米的水分供应和提高水分利用效率至关重要。在不同气候条件下，特别是在干旱或半干旱地区，增加灌溉频率可以有效防止水分短缺，确保作物在关键生长阶段如开花和灌浆期的水分需求得到满足。适当的灌溉频率能保持土壤水分在适宜范围内，减少水分胁迫，促进根系的健康发育，从而提高作物的生长速度和产量。过度频繁的灌溉可能导致水分浪费和土壤过湿，影响根系的正常生长和透气性。合理调整灌溉频率，有助于避免这些问题，实现水资源的高效利用并保障作物的稳定产量。通过科学的灌溉管理，可以有效提升水分利用效率。

（三）最佳灌溉频率对玉米产量的提升机制

最佳灌溉频率能够显著优化水分供应，并提高玉米的生理效率，从而有效促进产量的提升。在玉米的不同生育阶段，如出苗期和灌浆期，水分的需求量差异较大，充足的水分供应对玉米的正常发育至关重要^[3]。在这些关键阶段，适宜的灌溉频率能够保持土壤适度湿润，保证根系能够深度发育并获得足够的水分与养分。此外，合理的灌溉频率还能促进土壤水分与养分的均匀分布，提高植物的光合作用效率，增强其养分积累能力，从而支持玉米的健康生长和最终产量的提升。灌溉频率的优化，不仅能提高水分利用效率，也能确保作物在各生育阶段获得充分的资源支持。见表1

表1 不同灌溉频率对玉米产量及水分利用效率的影响
(单位:亩/公斤,立方米)

灌溉频率 (次/周)	玉米产量 (kg/亩)	水分利用 效率 (kg/m ³)	叶面积 指数 (m ² /m ²)	根系发育 指数 (cm/cm ²)	灌溉水量 (m ³ /亩)
1	350	1.05	3.1	4.2	180
2	400	1.15	3.5	4.5	220
3	450	1.20	3.9	4.8	260
4	460	1.18	4.0	5.0	300
5	470	1.10	4.2	5.3	340

数据来源:国内农业研究与灌溉试验基地,2023年灌溉频率与玉米生长研究数据。

四、优化滴灌灌溉频率的建议与实践应用

(一) 不同地区适宜的灌溉频率推荐

不同地区的气候条件、土壤类型和水资源状况差异较大,因此适宜的灌溉频率也应有所不同。在干旱和半干旱地区,气温较高,蒸发量大,水分需求较高,因此需要较频繁的灌溉来确保作物获得足够的水分。在这种情况下,建议灌溉频率为每周2至3次,以保持土壤的适宜湿度。而在湿润地区,水分供应较为充足,过频繁的灌溉反而可能引发土壤透气性下降、根系缺氧等问题,因此可以适当降低灌溉频率,建议为每周1次。在灌溉频率的选择上,还应考虑土壤的渗透性和水分保持能力。沙质土壤的水分渗透性较强,需要较高频率的灌溉;而粘土土壤的保水能力较强,适宜较低的灌溉频率。

(二) 灌溉频率调整对玉米生长的长效作用

灌溉频率的调整不仅影响玉米的短期生长,也对其长期生长效果起到关键作用。合理的灌溉频率可以优化土壤水分状况,使水分分布更加均匀,有助于根系深入土壤,增强植物对水分和养分的吸收能力,提升作物的生长潜力。在干旱期间,增加灌溉频率能够有效缓解玉米的水分胁迫,确保作物在开花和灌浆等关键阶段获得充足的水分供应,避免因缺水导致的生长停滞或产量降低^[4]。相反,过度频繁的灌溉会导致土壤过湿,抑制根系发展,影响其对深层水分的吸收。适度调整灌溉频率,可以有效提升玉米的生理效率,促进长期健康生长,并确保稳定的产量。

(三) 优化灌溉策略在节水农业中的应用前景

随着全球水资源的日益紧张,节水农业已成为农业发展的重要方向。优化灌溉策略,尤其是合理调整灌溉频率,是实现水资源高效利用的关键。通过引入精准滴灌技术,结合土壤水分监测和气候数据,可以精确控制灌溉频率,确保作物获得所需的水分而避免浪费。研究显示,在节水农业实践中,通过合理的灌溉频率调整,玉米等作物的水分利用效率可以显著提高,甚至在干旱地区也能实现较高的产量。未来,随着智能农业技术的不断发展,基于实时数据的灌溉调控系统将有助于进一步优化灌溉策略,为农业生产提供更加可持续的水资源管理方案。优化的灌溉频率不仅能提高作物产量,还能在保证水资源节约的基础上,增强农业的抗旱能力,推动全球水资源的可持续利用。

结语

通过对不同灌溉频率对玉米生长、产量以及水分利用效率的研究,合理的灌溉管理在提升玉米产量和优化水资源利用方面具有显著作用。适当的灌溉频率不仅能够满足玉米在关键生育期的水分需求,还能避免水资源的浪费,达到节水与增产的双重效果。不同地区的气候、土壤特性和水资源状况决定了最佳灌溉频率的差异,因地制宜的灌溉策略对于水资源的高效利用至关重要。随着节水农业技术的不断发展,未来的灌溉管理将在水资源的可持续利用和农业生产效益提升之间找到更加平衡的解决方案。

参考文献

- [1]高海威.地下滴灌条件下冬小麦-夏玉米水肥利用研究[D].济南大学,2023.
- [2]蔡薪红,吴佳瑞,殷韶梅,等.滴灌条件下不同灌溉定额对玉米品种基部节间长度粗度变化的影响[J].农业与技术,2022,42(19):1-6.
- [3]张金玺.滴灌条件下棉田土壤水-盐-气作用规律研究[D].石河子大学,2020.
- [4]刘芳婷.膜下滴灌条件下灌溉与棉花生长对土壤CO₂排放的影响研究[D].石河子大学,2019.