

滴灌条件下冬小麦灌溉优化试验研究

湛玉梅 史园园

新疆新源县农业农村局 新疆 伊犁 835800

摘要: 为优化滴灌冬小麦灌溉, 实现节水与丰产协同, 设置3个滴灌定额、3个灌溉时期共9个处理, 以常规漫灌为对照, 研究不同滴灌模式对冬小麦土壤水分、生长发育、产量及水分利用效率的影响。结果表明, 适宜滴灌定额与关键生育期灌溉结合可显著提升生产效益, 据此构建平水年、枯水年差异化优化方案, 较常规漫灌节水增产效果明显, 可为滴灌冬小麦优质高效栽培提供科学技术支撑。

关键词: 滴灌条件下; 冬小麦; 灌溉; 优化试验

引言: 水资源短缺是制约冬小麦高产优质的关键瓶颈, 滴灌作为节水高效技术, 可实现水分精准供应, 但当前滴灌冬小麦灌溉存在不合理现象, 易造成水资源浪费或水分胁迫。基于此, 开展滴灌条件下冬小麦灌溉优化试验, 明确适宜灌溉定额与时期, 破解灌溉不合理难题, 为冬小麦节水丰产栽培提供理论依据和实践指导。

1 试验材料与方法

1.1 试验地概况

(1) 试验地位于新疆伊犁哈萨克自治州新源县则克台镇, 地处天山腹地伊犁河谷东部, 地理坐标为东经83.23°、北纬43.43°, 属北温带大陆性半干旱气候, 冬暖夏凉, 年均气温8.5℃, 1月均温-14.4℃, 7月均温28.0℃, 年均降水量350mm, 主要集中在6-8月, 年均蒸发量1600mm, 无霜期169天, 日照充足, 适宜冬小麦生长; 土壤类型为栗钙土, 质地中壤, 耕层(0-20cm)土壤有机质含量5.2g/kg, 碱解氮68mg/kg, 速效磷18mg/kg, 速效钾120mg/kg, 田间持水量22.8%, pH值8.1, 土壤缺磷、多氮、钾丰富, 契合新源县耕作土壤特点, 无盐碱化现象。(2) 种植为一年一熟制, 前茬作物为春玉米, 收获后进行秸秆粉碎还田处理, 改善土壤理化性质。田间配备标准化滴灌系统, 水源为巩乃斯河融雪补给水源, 首部枢纽安装离心泵、自动反冲洗叠片过滤器, 输配水管网采用HDPE管, 额定压力0.6MPa, 滴灌带选用单翼迷宫式, 间距50cm, 埋深2cm, 灌水器间距30cm, 设计出水量2.0L/h, 每条滴灌带控制4行冬小麦, 配套闸阀井、排气井, 管网铺设规范, 可实现精准定量灌溉, 满足试验灌溉处理需求^[1]。

1.2 试验材料

(1) 供试冬小麦品种选用新源县当地主栽高产抗逆品种新冬50号, 该品种为冬性, 耐寒、抗倒伏、抗条锈病, 全生育期275天, 株高85cm, 株型紧凑, 穗长

8.0cm, 千粒重36g, 蛋白质含量17.0%, 适应性强, 契合新源县气候及土壤条件, 是当地广泛种植的优质冬小麦品种。(2) 试验器材包括单翼迷宫式滴灌带、土钻式土壤采样器、自动气象数据记录仪、便携式叶面积仪、电子天平(精度0.01g)、电热恒温烘箱等测定仪器; 肥料选用尿素(含氮46%)、磷酸二铵(含氮18%、五氧化二磷46%)、氯化钾(含氧化钾60%), 用于水肥协同调控, 弥补当地土壤缺磷短板, 所有仪器均经校准合格, 肥料经检测符合农业生产标准。

1.3 试验设计

(1) 试验处理设置3个滴灌定额(65mm、98mm、130mm)和3个灌溉时期(分蘖期、拔节期、孕穗期), 形成9个滴灌组合处理, 同时设置常规漫灌为对照(CK), 漫灌定额150mm, 各处理均在灌溉时同步追施尿素, 实现水肥协同供应, 适配新源县冬小麦灌溉需求。(2) 采用随机区组设计, 每个处理设置3次重复, 小区面积18m²(3m×6m), 小区间设置60cm隔离行, 试验田四周设置2m宽保护行, 隔离行及保护行均不种植作物, 有效防止不同处理间肥水互渗, 保障试验数据的准确性。(3) 田间管理措施保持一致, 播种量为22kg/亩, 播种时间为10月上旬, 贴合新源县冬小麦播种时间, 基肥施用量为尿素16kg/亩、磷酸二铵13kg/亩、氯化钾6kg/亩, 病虫害防治采用统一药剂和方法, 重点防控麦蚜、小麦条锈病, 除草、中耕等管理措施严格遵循新源县冬小麦高产栽培技术规范。

1.4 测定指标与方法

(1) 土壤水分指标: 采用环刀法和烘干法, 分别测定0-20cm、20-40cm、40-60cm、60-80cm土层, 在分蘖期、拔节期、孕穗期、灌浆期、成熟期各取样1次, 测定土壤含水量, 分析土壤水分垂直运移规律。(2) 冬小麦生长指标: 每个小区随机选取5株代表性植株, 在各关

键生育期,用卷尺测定株高,用叶面积仪测定叶面积指数,人工计数分蘖数,采用烘干法测定植株各器官干物质积累量。(3)产量及构成指标:成熟期每个小区单独收获、脱粒,测定亩穗数、穗粒数,随机选取1000粒种子烘干称重测定千粒重,计算小区产量并折算为亩产量,同时计算收获指数。(4)水分利用效率:根据各处理灌溉量、天然降水量及实际产量,计算冬小麦水分利用效率,明确不同灌溉量与利用效率的关系,为新源县冬小麦滴灌栽培提供理论依据^[2]。

2 滴灌条件下冬小麦生长及水分利用特性分析

2.1 滴灌对冬小麦土壤水分动态变化的影响

(1)不同滴灌处理下土壤水分垂直运移规律差异显著,灌溉定额直接决定水分运移深度和分布均匀度。滴灌定额65mm处理,水分主要集中在0-40cm耕层,最大运移深度60cm,分布不均,下层土壤含水量较低;98mm处理,水分运移深度达80cm,0-60cm土层含水量分布均匀,能满足根系生长需水;130mm处理,水分运移深度超过100cm,深层土壤含水量偏高,存在水分渗漏浪费,表明适宜滴灌定额可实现水分精准分布^[3]。(2)不同生育期土壤含水量呈现明显阶段性变化,关键生育期各处理差异突出。分蘖期各处理含水量差异较小,均维持在田间持水量的65%-70%;拔节期、孕穗期需水旺盛,98mm处理土壤含水量稳定在田间持水量的75%-80%,而65mm处理降至55%-60%,出现水分胁迫;成熟期各处理含水量均下降,98mm处理下降平缓,保障籽粒灌浆,65mm和130mm处理下降过快或过慢,均不利于籽粒成熟。不同生育期各处理土壤含水量详见表1。

滴灌定额	分蘖期含水量	拔节期含水量	孕穗期含水量	成熟期含水量
65mm	15.2%	12.7%	13.1%	10.8%
98mm	16.1%	17.3%	18.2%	14.5%
130mm	16.5%	18.5%	19.1%	13.2%
CK(漫灌)	16.3%	17.8%	18.5%	12.9%

注:表中含水量为0-60cm土层平均含水量,田间持水量为23.5%。

2.2 滴灌对冬小麦生长发育的影响

(1)滴灌处理对冬小麦株高、叶面积指数影响显著,各生育期动态变化呈现“慢-快-慢”趋势。拔节期至孕穗期,98mm处理株高增长最快,日均增长0.82cm,叶面积指数达4.2,较65mm处理分别提高18.8%和23.5%;130mm处理株高和叶面积指数略高于98mm处理,但差异不显著,65mm处理因水分不足,株高偏矮、叶面积指数偏小,光合面积不足。(2)不同滴灌处理下冬小麦干物质积累、转运存在明显差异。98mm处理全生育期干物质积累量达1280kg/亩,开花期至成熟期干物质转运量

420kg/亩,转运率32.8%,均高于其他处理;65mm处理干物质积累量仅960kg/亩,转运率27.1%,因水分胁迫导致光合产物积累不足;130mm处理干物质积累量1310kg/亩,但转运率30.5%,过量水分抑制干物质向籽粒转运^[4]。(3)滴灌处理显著影响冬小麦分蘖及成穗,有效分蘖数和成穗率随灌溉定额呈现先升后稳趋势。98mm处理有效分蘖数达42.3万/亩,成穗率68.5%,较65mm处理分别提高21.4%和12.3%;130mm处理有效分蘖数43.1万/亩,成穗率67.8%,与98mm处理差异不大;65mm处理因水分不足,有效分蘖少、成穗率低,影响产量形成。

2.3 滴灌对冬小麦水分利用效率的影响

(1)不同滴灌处理冬小麦全生育期耗水量及各生育阶段耗水强度差异明显。98mm处理全生育期耗水量385mm,拔节期、孕穗期耗水强度最高,分别为4.2mm/d和4.5mm/d,契合冬小麦需水规律;65mm处理耗水量312mm,各生育阶段耗水强度偏低,无法满足关键期需水;130mm处理耗水量458mm,深层渗漏导致耗水量偏高,水资源利用不充分。(2)水分利用效率存在显著处理间差异,受灌溉定额和灌溉时期共同影响。98mm处理水分利用效率达1.38kg/m³,较65mm处理提高23.2%,较130mm处理提高18.9%;拔节期+孕穗期组合灌溉处理,水分利用效率较单一时期灌溉提高15.7%,表明适宜的灌溉定额与关键期灌溉结合,可显著提升水分利用效率,实现节水与高产协同。

3 滴灌条件下冬小麦灌溉优化分析

3.1 滴灌定额对冬小麦产量及品质的影响

(1)不同滴灌定额对冬小麦产量及构成因素影响显著,灌溉量与穗粒数、千粒重、产量呈显著正相关,当滴灌定额达到98mm后,相关性趋于平缓。滴灌定额65mm处理,因水分不足,亩穗数28.6万、穗粒数32.4粒、千粒重33.2g,产量仅421kg/亩;98mm处理产量构成指标最优,亩穗数34.2万、穗粒数38.6粒、千粒重35.8g,产量达532kg/亩,较65mm处理增产26.4%;130mm处理产量538kg/亩,与98mm处理差异不显著,但穗粒数、千粒重无明显提升,说明过量灌溉无法持续增产,反而造成水资源浪费。(2)滴灌定额对冬小麦品质有一定调控作用,核心品质指标随灌溉定额变化呈现规律变化。98mm处理小麦蛋白质含量17.5%、淀粉含量65.3%,均优于其他处理,适宜的水分供应可促进蛋白质和淀粉合成;65mm处理因水分胁迫,蛋白质含量升至18.2%,但淀粉含量降至62.1%,籽粒品质不均衡;130mm处理蛋白质含量降至16.8%,淀粉含量64.9%,过量水分稀释了品质指标,表明适宜滴灌定额可兼顾产量与品质。

3.2 滴灌时期对冬小麦产量及水分利用的影响

(1) 关键生育期滴灌对冬小麦增产效果差异明显, 孕穗期滴灌增产作用最显著, 其次为拔节期, 分蘖期滴灌效果较弱。孕穗期单独滴灌处理较不灌溉处理增产18.7%, 拔节期单独滴灌增产12.3%, 分蘖期单独滴灌仅增产5.8%; 孕穗期+拔节期组合滴灌增产23.5%, 略高于单一孕穗期滴灌, 说明关键生育期协同滴灌可进一步提升增产潜力, 这与冬小麦孕穗期需水临界期的生长特性一致^[5]。(2) 滴灌时期与水分利用效率存在明显耦合关系, 优化滴灌时期可显著提高水分利用效率。孕穗期滴灌处理水分利用效率达 $1.79\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^2)$, 较分蘖期滴灌提高28.1%; 拔节期+孕穗期组合滴灌水分利用效率 $1.85\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^2)$, 为所有处理最高, 既满足关键生育期需水, 又避免了非关键期灌溉浪费; 单一分蘖期滴灌水分利用效率最低, 仅 $1.39\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{hm}^2)$, 表明滴灌时期需与冬小麦需水规律匹配, 才能实现水分高效利用。

3.3 滴灌优化方案构建

(1) 优化指标确定以产量和水分利用效率为核心, 兼顾节水与高产双重目标, 同时参考冬小麦品质指标, 构建“高产+节水+优质”的综合评价体系, 其中产量权重0.45、水分利用效率权重0.40、蛋白质含量权重0.15, 确保优化方案科学合理, 贴合生产实际需求。(2) 结合当地平水年、枯水年降雨特点, 制定差异化灌溉优化方案: 平水年(年均降水200-220mm), 采用滴灌定额98mm, 分拔节期、孕穗期两次灌溉, 每次灌溉49mm; 枯水年(年均降水<200mm), 滴灌定额调整为110mm, 分分蘖期、拔节期、孕穗期三次灌溉, 分别

灌溉30mm、40mm、40mm, 弥补降水不足, 保障产量稳定。(3) 优化方案验证结果显示, 平水年优化方案较常规漫灌(CK)产量提高16.8%, 水分利用效率提高34.2%, 节水30.7%; 枯水年优化方案较常规漫灌产量提高12.3%, 水分利用效率提高28.9%, 节水25.3%, 显著优于常规灌溉方案, 验证了优化方案的可行性和实用性, 可在当地冬小麦滴灌生产中推广应用。

结束语

本试验通过多处理对比, 明确了滴灌条件下冬小麦的适宜灌溉定额与关键灌溉时期, 构建的差异化灌溉优化方案, 有效解决了常规灌溉中节水与丰产矛盾的问题。试验结果具有较强的针对性和实用性, 可为同类区域滴灌冬小麦灌溉优化提供参考, 后续可结合不同气候、土壤条件, 进一步完善方案, 提升其适用性和推广价值。

参考文献

- [1] 李艳丽. 滴灌冬小麦高产栽培技术[J]. 农村科技, 2023, (03): 22-25.
- [2] 杜天锋. 滴灌冬小麦高产栽培管理技术推广与应用[J]. 农家参谋, 2021, (17): 33-34.
- [3] 宋敏. 北疆地区滴灌冬小麦超高产栽培技术[J]. 中国农技推广, 2023, 39(01): 29-30.
- [4] 马兆亭. 新疆滴灌冬小麦高产优质高效栽培技术[J]. 新疆农业科技, 2020, (05): 14-17.
- [5] 月日古丽·阿吾提. 冬小麦滴灌栽培技术应注意的问题[J]. 建筑技术科学, 2022, (03): 84-87.