

DOI:10.19462/j.cnki.zgzy.20250423001

# 基于节水增粮模式的河西灌区小麦 浅埋滴灌及后茬复种技术

王 祎<sup>1,2</sup> 刘 强<sup>3</sup> 郭世乾<sup>4</sup> 韩 梅<sup>1</sup> 贾蕊鸿<sup>4</sup> 葛承暄<sup>4</sup> 任永福<sup>1</sup> 张 靖<sup>3</sup><sup>1</sup>甘肃省武威市凉州区农业技术推广中心,武威 733000;<sup>2</sup>甘肃省科学院生物研究所,兰州 730070;<sup>3</sup>甘肃省农业工程技术研究院,兰州 730030;<sup>4</sup>甘肃省耕地质量保护总站,兰州 730020)

**摘要:**基于粮食安全和经济效益双核背景下,以河西灌区生产实践为例,综合小麦种植机械化整地、基肥施用,品种选择、种子处理,播种要求、滴灌带布设,灌溉制度,病虫害防控,测产及收获,后茬复种等环节,论述了小麦浅埋滴灌水肥一体化及后茬复种全程技术,形成了河西灌区标准化、现代化、机械化的节水增粮高效模式,以期构建现代粮食作物高效节水体系。

**关键词:**节水增粮;小麦;浅埋滴灌;麦后复种;实用技术

## Shallow Buried Drip Irrigation and Subsequent Multiple Cropping Technology for Wheat in Hexi Irrigation District Based on the Water-Saving and Grain-Increasing Model

WANG Yi<sup>1,2</sup>, LIU Qiang<sup>3</sup>, GUO Shiqian<sup>4</sup>, HAN Mei<sup>1</sup>, JIA Ruihong<sup>4</sup>,  
GE Chengxuan<sup>4</sup>, REN Yongfu<sup>1</sup>, ZHANG Jing<sup>3</sup><sup>1</sup>Liangzhou District Agricultural Technology Extension Center, Wuwei 733000, Gansu;<sup>2</sup>Institute of Biology, Gansu Academy of  
Sciences, Lanzhou 730070;<sup>3</sup>Gansu Academy of Agricultural Engineering and Technology, Lanzhou 730030;<sup>4</sup>Gansu Provincial Farmland Quality Protection Station, Lanzhou 730020)

宽幅小麦浅埋水肥一体化技术是一种在全程机械化基础上,将土壤保育、滴灌节水、精准施肥、导航定位规划、机械种子底肥一次性完成的系统性现代农业粮食生产技术<sup>[1]</sup>,该技术通过浅埋滴灌系统,将水分和营养元素直接输送到作物根系部位,以实现水肥的高效利用<sup>[2]</sup>。后茬复种是指在前茬小麦收获后复种生育期短、效益高的蔬菜作物。根据河西灌区粮食和蔬菜在同一耕作单元、一年耕作制度下实现高产量、高品质、高效益的关键技术,综述了适

宜于河西灌区的宽幅小麦浅埋滴灌水肥一体化及后茬复种技术,以形成标准化的节水增粮高效模式,旨在为当地应用推广提供科学支撑和技术指导。

### 1 土壤培育

**1.1 物理保育** 在前茬农作物收获后及时进行机械深松,深松厚度保持在 30cm 以上;有条件的可进行二次深耕,厚度在 25cm 以上,以进一步清除浅层杂草根系,增强土壤孔隙度,消除板结,熟化土壤,提高土壤雨水渗透强度和田间相对含水量。可在播种前 3~5d 择时耙耩、破碎大土块,使土壤颗粒均匀细碎;同时镇压、收墒、整地,使土壤紧实度适中,减少水分蒸发,达到地平、土绵、无坷垃,表虚、中厚、底

基金项目:甘肃省科技重大专项计划(24ZDNA008);甘肃省第十批“陇原之光”人才培养项目(甘组通字[2024]38号)

通信作者:刘强

实,墒情适宜。抑制杂草种子萌发,减少除草剂的使用,提高种子与土壤接触的紧密程度,为播种、发芽、出苗、保苗、全苗、壮苗创造良好条件。

**1.2 化学培肥** 播种前浅耕或深耙,每 667m<sup>2</sup> 增施商品有机肥 120kg,或微生物有机肥 80kg,或优质农家肥 2000~3000kg,有机肥施用深度以 15~20cm 为宜。化肥与种子同时施入,肥力较低地块每 667m<sup>2</sup> 施用磷酸二铵 15kg、复合肥 10kg;肥力中等地块施用磷酸二铵 12kg、复合肥 9kg;肥力较好地块施用磷酸二铵 10kg、复合肥 6kg。底肥中若不施农家肥或没有施用腐熟粪肥的条件,可每 667m<sup>2</sup> 增施尿素 5kg、磷酸二铵 10kg、硫酸钾 2kg。

## 2 选种及种子处理

品种的选择直接影响产量、品质和抗逆性,需结合当地气候、土壤条件及种植目标科学选种,避免混杂和退化,确保品种通过国家或省级审定,适宜当地种植(可查询《国家农作物品种审定公告》)。量化指标要求:种子纯度 $\geq 99\%$ ,种子净度 $\geq 98\%$ ,种子发芽率 $\geq 90\%$ ,种子含水量 $\leq 13.5\%$ 。

**2.1 选种** 冬小麦 选择抗耐锈病、抗倒伏、抗寒性强、分蘖能力强、高产稳产的冬性品种,以确保品种能安全越冬(冬季极端低温 $\geq -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),建议选择济麦 22 号搭配种植藁优 2018、“石冬”系列(0358)、泰麦、晋太 102、新冬 42 等。春小麦 建议选择宁春 58 号、陇春 34 号、武春 11 号、宁春 4 号、陇春 8 号、陇春 26 号、永良 15 号、甘育 8 号等适应性强、耐旱、抗病、抗倒、丰产性好的小麦品种。

**2.2 种子处理** 播种前先进行拌种或包衣处理,每 100kg 种子用 27% 苯醚·咯·噻虫悬浮种衣剂 400~600g,或 15% 吡·福·烯啶醇悬浮种衣剂 300~350g,或 48% 苯甲·吡虫啉悬浮种衣剂 400g 兑水 4kg,可有效防治小麦生育期可能发生的黑穗病、全蚀病、白粉病及蚜虫、金针虫等病虫害。使用拌种器进行拌种操作时,先依据拌种种子数量,按照比例确定农药用量,将种子倾倒入或者转装入拌种器内,然后顺时针旋转拌种器 15~20 圈(时间控制在 1~2min,速度不能过快)、逆时针旋转拌种器 15~20 圈;人工拌种操作时,先准备塑料布或者塑胶铺设材料平展铺于空地上,将种子倾倒入于铺设材料上,确定拌种药剂数量,用专用器械喷洒于种子上,可用铲雪器具或者专用铁锹等工具翻转,目视充分搅拌。要

保证药剂与种子完全接触并粘着,同时严格操作程序,确保人畜、工具、环境和农产品质量的安全。

## 3 播种

**3.1 播种机具选择** 播种机具的选择直接影响播种质量、出苗率和后期田间管理效率。科学选型需结合土壤条件、种植模式及农艺要求,应用种肥同播机型,确保肥沟与种沟水平间距 $\geq 5\text{cm}$ ,垂直间距 $\geq 3\text{cm}$ ,以免烧苗。采用 13 行小麦宽幅微垄沟播滴灌播种机播种,农场及平整条件高的地块可选择 19 行小麦宽幅微垄专用播种机。匹配动力相当马力的拖拉机牵引,播种前需试运行,掌握适宜的播种量,调整播深、行距和镇压强度。定期保养排种器和开沟装置,确保播种质量。一次性完成小麦开沟、下种、施肥、滴灌带铺设、覆土、镇压“六位一体”系统性作业。

**3.2 播种时间** 冬小麦一般在上年 9 月中下旬抢墒播种,忌播种过早或过晚。每 667m<sup>2</sup> 播种量在 35kg 左右,基本苗以 55 万株为宜。山水灌区或沿山区域春小麦一般在 3 月中旬、井水灌区或平原区域春小麦一般在 3 月 8 日后,耕地表层土壤白天解冻厚度在 10cm 以上时抢墒播种,每 667m<sup>2</sup> 播种量 30~35kg,基本苗以 40 万~55 万株为宜。

**3.3 播种标准** 播种深度 3~5cm,播种幅宽 10cm,空行距 10cm。要求播种深浅、间距调整一致,以保证籽粒散落均匀,种子深度、行距相同,滴灌带铺设整齐均匀。为了使滴灌毛管铺设松紧适中,牵引拖拉机车速不能过快,挡位保持在 2 档,以达到铺设效果好,播种质量高。为及时发现滴灌带断裂、卡种等情况发生,应配备 2 名工作人员,辅助北斗导航定位系统,规划地块,精准定位,确保播幅平直,使单位面积播种覆盖密度更大,土地面积利用效率更高。不提倡快速播种,一台 13 行播种机每天作业量以 1.5~2.0hm<sup>2</sup> 为宜,19 行播种机每天作业量以 2.0~4.0hm<sup>2</sup> 为宜。

**3.4 滴灌带铺设** 滴灌带铺设间距 40~50cm,浅埋于土中 2~3cm。建议采用内镶贴片式滴灌带,贴片间距 20cm,滴水均匀,滴孔滴水半径 20cm,滴灌时间以滴孔周围垄沟水量渗接到一起即可<sup>[3]</sup>。田间毛管(滴灌带)垂直于支管,与小麦播种方向平行铺设。山水灌区地块选用 1.0~1.5L/h 滴头,井水灌区地块选用 0.8~1.2L/h<sup>[4]</sup>。主管道(PE 管)与滴灌带用

专用旁通阀连接,严禁使用胶带缠裹<sup>[5]</sup>。滴灌过程中的疑难情况及解决方案见表1。

表1 滴灌疑难情况及解决方案

问题	原因	解决方案
滴头出水不均	肥料未溶解或泵压不足	冲洗管道,调节泵压至0.1MPa
滴灌带破裂	机械外力损伤或老化或质量问题	更换新带,播种机加装导向轮
末端无水流	管道进气或杂质堆积	打开冲洗阀排气排污,检查肥料溶解程度

#### 4 水肥管理

灌水量和灌水次数应依据土壤墒情及小麦需肥规律确定。灌溉时一般以耕层厚度20cm内土壤湿润,以渗为主,沟底见湿,渗透到垄的根部即可,水量不能漫过微垄,以免影响土壤透气性,灌溉强度控制在不形成地表径流。小麦全生育期灌水6~7次,追肥2~3次,肥随水施。施肥时要控制好肥液浓度,高肥力地块可适当减少施肥次数和施肥量。在小麦2叶至3叶1心期随水每667m<sup>2</sup>滴施尿素5~6kg、磷酸一铵3kg、硫酸钾2kg;拔节期至抽穗期随水滴施尿素7~8kg、磷酸一铵3kg、硫酸钾2kg;抽穗期至成熟期随水滴施尿素5~6kg、硫酸钾3kg。上述追施的肥料可用氮、磷、钾相近配方的大量元素水溶肥代替。小麦孕穗期至灌浆期可选用有机水溶肥、1%~2%磷酸二氢钾等溶液进行叶面喷施。避免高温时段灌溉,为防止滴头结垢,应每月冲洗1次管道,酸洗(pH值4,柠檬酸)清除水垢滴灌施肥后需清水冲洗30min。

#### 5 病虫害防治

**5.1 杂草防治** 小麦3叶1心至拔节前、阔叶杂草株高5cm以下时,每667m<sup>2</sup>可用43%二甲·双氟悬浮剂40g兑水15kg茎叶喷雾防治草害。需特别注意的是,麦后复种娃娃菜等十字花科作物的麦田,禁止使用苯磺隆。如有野燕麦等禾本科杂草,可每667m<sup>2</sup>混配15%炔草酯乳油50mL和20%啶啉·炔

草酯乳油20mL茎叶喷雾进行除草<sup>[6]</sup>。

**5.2 病害防治** 每667m<sup>2</sup>用15%三唑酮可湿性粉剂50g、肟菌·戊唑醇40mL、唑醚·戊唑醇40mL或35%的甲硫·氟环唑悬浮剂50mL兑水15~30kg喷雾可防治白粉病、锈病。

**5.3 虫害防治** 每667m<sup>2</sup>喷施26%噻虫·高氯氟悬浮剂20mL或7%联苯·噻虫嗪悬浮剂60mL兑水15~30kg可防治蚜虫。小麦吸浆虫虫口密度>2头/样方(10cm×10cm×20cm为一个取土样方)时开始防治,以灭蛹处理为主,在幼虫化蛹盛期每667m<sup>2</sup>撒施15%毒·辛颗粒剂300~500g拌毒土结合灌水进行;在成虫产卵盛期用10%阿维·吡虫啉悬浮剂12~15mL兑水40~50kg喷雾防治。

#### 6 测产及收获

蜡熟后小麦秆黄、节绿、叶黄亮,籽粒饱满、含水量为16%~18%时及时开展机械化收获。按照种植水平(高、中、低)每个示范区各随机选择3个田块作为测产对象单元,每个样本单元用联合收割机全部现场实收,除去麦糠杂质后称重,连续测定10次水分含量值后取平均值,用实收产量公式计算,得出折合产量。以凉州区冬小麦核心示范区为例,实收测产数据详见表2。石冬0358冬小麦浅埋滴灌水肥一体化技术示范区每667m<sup>2</sup>平均产量比非示范区平均产量增产45.66kg,增产率8.0%。

#### 7 后茬复种

**7.1 复种蔬菜** 在小麦收获后抢抓时机及早复种露地蔬菜(娃娃菜、甘蓝、莴笋、大葱、大白菜、萝卜等)、早熟马铃薯(费乌瑞它、克新4号、中薯2号等)、秋油菜、饲草(燕麦草、箭筈豌豆、毛苕子等),可有效解决“粮经争地”矛盾,提升种植效益,提高耕地的利用效率。

**7.2 复种模式分析** 由表3可知,小麦—豌豆和小麦—菜豆2种复种模式对土壤养分有保护作用,它们主要是通过根系固氮来提高土壤含氮量,进而提高其他养分的含量,是一种节约能耗的固氮方式。

表2 凉州区冬小麦浅埋滴灌水肥一体化实收测产结果

品种	测产面积(m <sup>2</sup> )	实收产量(kg)	折合产量(kg/667m <sup>2</sup> )	示范区平均产量(kg/667m <sup>2</sup> )	非示范区平均产量(kg/667m <sup>2</sup> )	增产(kg/667m <sup>2</sup> )	增产率(%)
石冬0358	2948.0	3140	616.50	615.46	569.80	45.66	8.0
	2834.8	2810	609.50				
	1500.8	1570	620.38				

表3 不同复种模式下0~20cm的土壤养分测定结果

复种模式	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	全磷(g/kg)	速效磷(mg/kg)	全钾(g/kg)	速效钾(mg/kg)	土壤pH值
小麦—豌豆	25.35	1.55	61.7	1.39	17.36	21.89	108.84	8.12
小麦—油菜	25.11	1.41	59.7	1.34	16.65	21.25	107.46	8.16
小麦—菜豆	25.42	1.58	62.0	1.40	17.28	21.92	108.95	8.10
小麦—白菜	25.10	1.40	59.4	1.33	16.87	21.29	107.99	8.16
小麦—甘蓝	25.05	1.42	59.6	1.31	16.89	21.33	107.67	8.17

## 8 结语

小麦浅埋滴灌及后茬复种的显著优势在于:一是通过精准控制滴灌量和灌溉频率,全生育期用水220~260m<sup>3</sup>,避免了传统灌溉方式中的水资源浪费,提高了水分利用效率,达到现代节水农业的要求;二是基肥增施有机肥料,追肥根据小麦生长特性需求,将水肥耦合一体并通过滴灌系统直接输送到小麦根部,实现了所需养分的精准供应,较常规化肥减量10%以上,符合农业绿色发展的要求;三是在绿色植保防控、北斗导航、无人机飞防等机械化和标准化技术的支撑下,示范区每667m<sup>2</sup>小麦产量能达到600.00kg以上,优势显著高于常规模式和非示范区,是保障粮食安全的要求;四是后茬复种豌豆、菜豆等绿肥,能够提高土壤氮素含量,培育肥力,达到耕地质量的要求。该技术的主要创新点在于模式效应,在河西灌区实现了一季耕地倒茬、一年粮菜两收,既稳定了粮食生产,又增加了种植收入,解决了农业生产中粮经作物争地矛盾、耕地连作农作物障碍治理、

高标准农田流转后种粮效益低、耕地土壤肥力培育的问题,实现了“良田粮用、藏粮于水、藏粮于技、藏粮于地”,提升了当地应季蔬菜自给能力,是可推广、可复制的现代化节水增粮技术之一。

## 参考文献

- [1] 葛承暄,郭世乾,贾蕊鸿,殷强,张志成. 甘肃省粮经作物绿色高效集成技术模式及效益分析. 农业科技与信息,2024(2):8-11
- [2] 朱建强,刘有民,郭世乾,葛承暄,贾蕊鸿. 不同滴灌量对酒泉市浅埋滴灌小麦生长及产量的影响. 农业与技术,2024,44(14):15-18
- [3] 王丽梅. 灌区高标准农田春小麦玉米宽幅间作水肥一体化种植技术规程. 河北农机,2024(7):166-168
- [4] 赵金,张晋国,王焱,张微,宋罕磊. 自调节浅埋滴灌带回收机的设计与试验. 河北农机,2023(19):1-3
- [5] 张景景. 大名县小麦玉米浅埋滴灌技术应用中常见问题及解决方法. 现代农村科技,2024(1):152
- [6] 王祎,刘强,郭世乾,韩梅,任永福,张靖. 河西灌区大豆玉米带状复合种植水肥药一体化技术. 中国种业,2025(1):153-155

(收稿日期:2025-04-23)

(上接第194页)

**2.7 适时机械化收获** 适宜收获期一般为蜡熟末期至完熟初期,过早或过晚都将影响水稻的品质,造成一定的经济损失。机械收获建议采用履带式联合收割机,在收割时按照机收标准留茬(不超过15cm),确保无漏割、落穗等现象发生。同时加强机收减损技术的推广力度,降低机收损失率,提高水稻产量。水稻收获后将秸秆粉碎并均匀抛撒在田地里,秸秆粉碎长度在5cm左右,之后要尽快将秸秆翻耕入土,翻耕深度在25cm左右,最好是边收获、边翻耕,将秸秆趁鲜全部覆盖严实。如果收获新稻含水量较高或收获期遭遇阴雨天气,应采用机械化烘干机对新稻进行烘干作业,待稻谷含水量低于13%后再进行售卖或储存,避免新稻发霉变质而影响其品质。

通过近几年的重点推广示范,目前机械插秧面

积占水稻总种植面积的73.71%,植保无人驾驶航空器或水旱高地隙撒肥机应用面积占水稻总种植面积的57.14%。说明机械化技术的应用能够有效改善人工作业的很多弊端,省力、省时,对提高水稻产量、品质和经济效益具有积极的促进作用,继续推广应用该技术将大大提升水稻栽培机械化水平。

## 参考文献

- [1] 孙紫洋,李西强,张寅,马乃虎,宋光辉,周立洋. 早熟晚粳水稻香梗9127高产栽培技术. 中国种业,2025(2):158-160
- [2] 周国毅. 农机与农艺相结合的水稻机插秧技术应用. 南方农机,2020,51(14):66
- [3] 韩磊,孙乌日娜,梁爽,薛海楠,梁依,白璐,崔雪,阿拉坦·琪琪格,冯建军,李凤娇,李晴兴. 安盟地区盐碱地水稻高效栽培技术. 中国种业,2024(12):153-156

(收稿日期:2025-04-28)