

# 秸秆覆盖及播量对旱地冬小麦耗水特性及产量的影响

宋亚丽, 张文伟, 王亚静, 林子君, 李可夫

(甘肃省庆阳市农业科学研究院, 甘肃 庆阳 745000)

**摘要:**为探讨秸秆带状覆盖下种植密度对旱地冬小麦耗水特性和籽粒产量的影响,以露地作为对照,秸秆带状覆盖下分窄幅条播和宽幅条播2种植模式,不同带幅下分别设播量处理3个(270 kg/hm<sup>2</sup>、324 kg/hm<sup>2</sup>、405 kg/hm<sup>2</sup>),结果表明,秸秆带状覆盖处理均可显著增加0~200 cm土层的土壤贮水消耗量,较露地增加36.2个百分点。秸秆带状覆盖下,不同带幅种植下贮水消耗量均随播量增加而增加。与露地种植相比,秸秆覆盖处理均降低冬小麦返青前耗水比例,增加拔节至成熟阶段的耗水量,更加有利于冬小麦灌浆阶段对水分高效利用。秸秆带状覆盖下,拔节至开花阶段耗水量随播量增加逐渐增大,开花至成熟阶段耗水量随播量增加逐渐减少。秸秆覆盖处理冬小麦的产量均高于CK,差异达到显著水平,增幅达24.4个百分点。秸秆覆盖下,窄幅、宽幅种植均以270 kg/hm<sup>2</sup>播量处理最高,分别较其他播量处理增产2.9%~10.0%、23.5%~23.6%;窄幅较宽幅种植平均增产11.9%。秸秆覆盖窄幅、宽幅条播下,水分利用效率均以270 kg/hm<sup>2</sup>播量处理最高,分别比其他播量处理高4.1%~12.0%、25.0%~26.4%;窄幅较宽幅种植平均增加12.8%。

**关键词:**冬小麦;秸秆覆盖;产量

**中图分类号:**S512 **文献标识码:**A **文章编号:**0488-5368(2022)08-0059-04

## Effects of Straw Mulching and Planting Density on Water Consumption Characteristics and Yield of Wheat

SONG Yali, ZHANG Wenwei, WANG Yajing, LING Zijun, LI Kefu

(Qingyang Academy of Agricultural Sciences, Qingyang, Gansu, 745000, China)

**Abstract:** In order to explore the effects of straw mulching and planting density on water consumption characteristics and yield of wheat in Longdong dryland plateau, flat-planting without film mulching in field was taken as control, there were two different patterns of wide drilling and narrow drilling under straw strip mulching, three treatments (270 kg/hm<sup>2</sup>, 324 kg/hm<sup>2</sup>, 405 kg/hm<sup>2</sup>) were set up. The results showed that compared with CK, the straw mulching increased the water consumption amount by 36.2% at the 0~200 cm soil layer. Compared with CK, the straw mulching increased winter wheat yield by 24.4%. Under straw mulching and treatment of 270 kg/hm<sup>2</sup>, wide and narrow drilling increased winter wheat yield by 2.9%~10.0% and 23.5%~23.6%, respectively. The narrow drilling increased winter wheat yield by 11.9% compared with wide drilling. Under the straw mulching with wide and narrow drilling, treatment of 270 kg/hm<sup>2</sup> increased WUE by 4.1%~12.0% and 25.0%~26.4%. The narrow drilling increased WUE by 12.8% compared with wide drilling.

收稿日期:2021-10-08 修回日期:2021-10-29

项目来源:基金项目国家土壤质量数据中心观测监测任务(ZX02S280900);庆阳市财政预算专项项目“旱塬区冬小麦减肥减药技术及耕地质量提升研究与示范”。

第一作者简介:宋亚丽(1990-),女,甘肃庆阳人,农艺师,硕士,主要从事作物栽培研究。

通信作者:李可夫。

**Key words:** Wheat; Straw mulching; Yield

陇东麦区光照充足,但降水分布不均,多集中于 7—9 月,小麦拔节至抽穗期降雨较少,冬小麦产量低而不稳,种植面积不断缩减<sup>[1~2]</sup>。因此,探究适宜种植方式,对稳定陇东旱区小麦种植面积有重大意义。地膜覆盖具有明显的增温保墒效应,增产效果显著<sup>[3]</sup>。但目前生产中所用地膜厚度多为 0.008 mm,残膜回收率低,土壤污染严重,阻碍作物根系生长。陇东旱区面临继续提高有限降水生产效率和防止土壤环境恶化的双重挑战<sup>[4]</sup>。传统秸秆覆盖能有效减少土壤水分蒸发,但降温效应明显,影响作物出苗,可能造成减产<sup>[5]</sup>。秸秆带状覆盖技术,采用局部覆盖方式,在蓄水保墒同时,减弱对土壤降温效应,冬小麦返青前有增温效应,拔节到成熟阶段为降温效应<sup>[6]</sup>。目前,该技术在陇东麦区有很好的推广应用前景。种植密度是小麦生产中较易调控的栽培措施,适宜的密度使穗数、穗粒数和粒重协调发展,对构建高产群体有重要作用<sup>[7]</sup>。因此,为分析秸秆带状覆盖下不同播量对土壤水分利用及冬小麦产量的影响,探明与秸秆带状覆盖相匹配的适宜种植密度和增产提效潜力,实现冬小麦产量和水分利用效率提高提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验设计

试验于 2017 年 9 月至 2018 年 8 月在甘肃省庆阳市农业科学研究所和盛科研基地进行。试验基地为黄土高原雨养农业典型代表区,海拔 1 480 m,年日照时数 2 250~2 600 h,年均温 8.7 °C,无霜期 160~180 d,年蒸发量 >520 mm,年均降水量 600 mm,且主要集中于 7—9 月份。

共设 7 个处理,秸秆覆盖处理 6 个,分为窄幅条播和宽幅条播 2 种植模式,不同带幅下分别设播量处理 3 个(270 kg/hm<sup>2</sup>、324 kg/hm<sup>2</sup>、405 kg/hm<sup>2</sup>)。秸秆带状覆盖窄幅条播:秸秆覆盖带与小麦种植带共 80 cm,覆盖带宽 46 cm,种植带宽 34 cm,等行距播种 3 行小麦,苗带宽约 3 cm。秸秆带状覆盖宽幅条播:秸秆覆盖带与种植带共 100 cm,覆盖带宽度 54 cm,种植带宽 46 cm,用等行距播种 3 行小麦,总宽度 44 cm,苗带宽约 8 cm。露地条播:平作,条播,行距 20 cm,播量 270 kg/

hm<sup>2</sup>。小区面积 45 m<sup>2</sup>(5 m × 9 m)3 次重复,随机区组排列。

秸秆覆盖量为风干重 9 000 kg/hm<sup>2</sup>。供试品种为铜麦 6 号,播种期为 2017 年 10 月 1 日。各处理施肥量相同,基肥用量为纯 N 150 kg/hm<sup>2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 kg/hm<sup>2</sup>,播前结合旋耕整地将肥料一次性施入,生育期不再追肥。所施氮肥为尿素,磷肥为磷酸二铵。在灌浆前期进行“一喷三防”作业。

### 1.2 土壤水分测定及相关指标计算

在冬小麦各主要生育时期采用烘干法测定 0~200 cm 土层的土壤含水量,分 0~20、20~40、40~60、60~90、90~120、120~150、150~180 和 180~200 cm 共八个土层分别取土样。

土壤含水量=(土壤鲜重-土壤干重)/土壤干重×100%。

土壤贮水量  $W = d \times r \times w \times 0.1$ ,式中,W 为土壤贮水量(mm),d 为土层厚度(cm),r 为土壤容重(g/cm<sup>3</sup>),w 为土壤含水量(%)。

农田耗水量  $ET = \Delta W + P$ ,式中:ET 为冬小麦生育期农田耗水量(mm); $\Delta W$  为生育期土壤贮水量变化量(mm);P 为  $\geq 5$  mm 有效降雨量。

水分利用效率(kg·hm<sup>2</sup>/mm)=籽粒产量(kg/hm<sup>2</sup>)/作物全生育期耗水量(mm)。

### 1.3 小麦产量及其构成因素测定

小麦成熟前,测定单位面积穗数;小麦成熟后按小区收获,脱粒后晒干称重,计算产量。在每个小区随机取 20 株带回室内测定穗粒数、千粒重。

### 1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel2003 和 SPSS17.0 统计软件进行数据处理和差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 秸秆覆盖和播量对 0~200 cm 各土层的土壤贮水消耗量的影响

如表 1 所示,0~200 cm 土层的土壤贮水消耗量,秸秆覆盖处理显著高于 CK,增幅达 36.2 个百分点,其中窄幅种植增加 34.4 个百分点,宽幅种植增加 38.1 个百分点,不同带幅种植下均随播量增加而增加。不同土层间土壤贮水消耗量,随土层深度增加呈现先增后降趋势,在 60~90 cm 土层达到最大;各处理以 150~180 cm 差异最大,达 11.5

mm;土壤贮水消耗集中在0~120 cm土层,各处理平均占81.5%,处理间无明显差异。

表1 不同土层土壤贮水消耗量和总耗水量

处理	土壤深度/cm								土壤贮水消耗量/mm	总耗水量/mm
	0~20	20~40	40~60	60~90	90~120	120~150	150~180	180~200		
N1	17.54	20.97	26.26	30.96	13.25	14.62	5.49	3.01	132.1 d	439.6 d
N2	17.54	20.35	27.52	32.65	12.00	10.73	7.92	8.71	137.4 cd	444.9 cd
N3	16.27	22.07	30.40	27.20	15.94	14.56	8.66	5.17	140.3 bcd	447.8 bcd
W1	16.31	21.68	25.07	30.77	16.85	15.72	5.11	3.53	135.1 d	442.5 d
W2	17.80	21.09	26.61	32.32	15.18	10.50	10.65	6.10	140.2 bcd	447.7 bcd
W3	18.37	21.77	25.85	31.34	15.57	17.73	13.15	2.04	145.81 bc	453.3 bc
CK	11.90	14.01	22.78	24.67	16.12	8.22	1.67	2.26	101.64 d	409.1 d

注:同列无相同小写字母表示组间差异达显著水平( $p < 5\%$ )。表2~3同

## 2.2 秸秆覆盖和播量对小麦阶段耗水量的影响

如表2所示,小麦播种至返青阶段,秸秆覆盖具有保墒增温效应,覆盖处理土壤耗水量与CK无显著差异,相同种植带幅下,播量处理间无明显规律;耗水比例,各覆盖处理均低于CK,差异达到显著水平,窄幅、宽幅条播分别降低10.5%、8.4%。返青至拔节阶段,降雨较多,秸秆覆盖增加降水入渗,宽窄幅种植下,土壤耗水量除405播量处理与CK无显著差异,其他播量处理均显著低于CK;耗水比例,处理间无显著差异。拔节至开花阶段,此

阶段是小麦耗水盛期,耗水占全生育期耗水34.5%,秸秆覆盖各处理土壤耗水量均显著高于CK,窄幅、宽幅条播分别增加13.3%、12.8%,不同带幅下,耗水量随播量增加逐渐增大。开花至成熟阶段,是决定小麦产量关键时期,此阶段秸秆覆盖各处理土壤耗水量均显著高于CK,窄幅、宽幅条播分别增加37.8%、37.4%,不同带幅下,耗水量随播量增加逐渐减小;耗水比例,秸秆覆盖窄幅、宽幅条播分别比CK显著提高27.3%、25.9%。

表2 小麦各生育阶段耗水量及其占总耗水量的比例

处理	播种—返青		返青—拔节		拔节—开花		开花—成熟	
	数量/mm	比例/%	数量/mm	比例/%	数量/mm	比例/%	数量/mm	比例/%
N1	102.2 bc	23.3 bc	103.3 bc	23.5 ab	146.4 cd	33.3 b	87.6 a	19.9 a
N2	105.4 bc	23.1 bc	96.9 d	21.8 b	162.8 a	36.6 a	79.7 abc	17.9 abc
N3	108.4 abc	24.2 bc	106.4 ab	23.8 ab	155.8 bc	34.8 ab	77.1 abc	17.2 abc
W1	110.6 ab	24.9 b	99.8 bcd	22.5 ab	145.7 cd	32.9 b	86.2 ab	19.5 a
W2	115.3 a	25.7 ab	102.9 bc	23.0 ab	156.6 abc	34.9 ab	72.9 abc	16.3 abc
W3	98.5 c	21.7 d	109.7 a	24.2 ab	160.5 ab	35.4 a	84.5 ab	18.6 ab
CK	107.4 bc	26.3 a	105.8 ab	25.8 a	136.8 d	33.4 b	59.1 c	14.4 bc

## 2.3 秸秆覆盖和播量对小麦产量和水分利用效率的影响

如表3所示,秸秆覆盖处理冬小麦的产量均高于CK,差异达到显著水平,增幅达24.4个百分点。秸秆覆盖下,籽粒产量随播量增加呈下降趋势,窄幅、宽幅种植均以270 kg/hm<sup>2</sup>播量处理最高,分别达到4 734.1、4 653.9 kg/hm<sup>2</sup>,分别较其他播量处理增产2.9%~10.0%、23.5%~23.6%;窄幅较宽幅种植平均增产11.9%。

产量构成因素中,单位面积穗数,秸秆覆盖处理均显著高于CK,随播量增加,窄幅种植逐渐增大;宽幅种植呈先增后减趋势,以324 kg/hm<sup>2</sup>播量处理最高。穗粒数,秸秆覆盖处理比CK降低16.8%。千粒重,秸秆覆盖处理均显著高于CK,随播量增加,宽窄幅种植均逐渐减小。

水分利用效率,秸秆覆盖窄幅、宽幅条播下,均以270 kg/hm<sup>2</sup>播量处理最高,分别比其他播量处理高4.1%~12.0%、25.0%~26.4%;窄幅较宽

幅种植平均增加 12.8%。

表 3 冬小麦籽粒产量和水分利用效率

处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	穗数 (hm <sup>-2</sup> × 10 <sup>4</sup> )	穗粒数	千粒重 /g	耗水量 /mm	水分利用效率 (kg/hm/mm)
N1	4 734.1 a	429.0 b	25.9 b	48.1 a	439.6 d	10.8 a
N2	4 601.5 ab	474.0 a	22.2 de	46.0 b	444.9 cd	10.3 b
N3	4 303.8 c	479.2 a	21.4 e	43.3 d	447.8 bcd	9.6 c
W1	4 653.9 a	428.3 b	25.6 c	47.8 a	442.5 d	10.5 a
W2	3 766.6 c	477.8 a	22.2 de	45.1 bc	447.7 bcd	8.4 d
W3	3 770.3 c	410.7 b	22.9 d	44.3 cd	453.3 bc	8.3 d
CK	3 350.7d	352.3 c	28.1 a	39.8 f	409.1 d	8.2 d

### 3 讨论

群体数量和单株生产力协调发展,是提高小麦产量的有效途径<sup>[8]</sup>。秸秆带状覆盖采取局部密植的种植方式,种植带与覆盖带相间排列,改变植株田间分布。冬小麦返青前,秸秆带状覆盖有效保蓄土壤水分,增加 0~25 cm 土层土壤温度<sup>[6]</sup>,覆盖处理小麦生长优于露地,在植株蒸腾消耗及覆盖抑制土壤水分蒸发双重作用下,秸秆覆盖耗水量与露地无显著差异,但明显降低冬小麦返青前耗水比例。冬小麦拔节后,降水少,秸秆覆盖有效增加降水入渗,充分调动深层次土壤水分,增加拔节至成熟阶段的耗水量,更加有利于冬小麦灌浆阶段对水分高效利用。

秸秆带状覆盖下,随播量增加,小麦穗数增加,单株营养面积减小,穗粒数和千粒重显著降低,小麦产量呈下降趋势,宽幅条播降幅明显低于常规条播的同密度处理。窄幅、宽幅种植均以 270 kg/hm<sup>2</sup> 播量处理最高,分别较其他播量处理增产 2.9%~10.0%、23.5%~23.6%;窄幅较宽幅种植平均增产 11.9%。秸秆覆盖窄幅、宽幅条播下,水分利用效率均以 270 kg/hm<sup>2</sup> 播量处理最高,分别比其他播量处理高 4.1%~12.0%、25.0%~26.4%;窄幅较宽幅种植平均增加 12.8%。

### 参 考 文 献:

(上接第 28 页)

- [23] 郑建,李新风,关楠,等.野生花卉多花胡枝子种子萌发特性[J].林业科学研究,2007,20(06):879-882.
- [24] 乔亚科,李桂兰,高书国,等.不同处理方法对野生大豆种子萌发的影响[J].河北职业技术师范学院学报,2002,16(03):8-9.
- [25] 杨辉,华鹏,黄培祐.苦豆子种子特性与种群扩展关系的研究[J].干旱区资源与环境,2006,20(01):198-201.

- [1] 任小龙,贾志宽,丁瑞霞,等.我国旱区作物根域微集水种植技术研究进展及展望[J].干旱地区农业研究,2010,28(03):83-89.
- [2] 杨文雄,杨长刚,王世红,等.甘肃省小麦生产技术的发展现状及建议[J].中国种业,2017(10):14-18.
- [3] 宋亚丽,杨长刚,李博文,等.秸秆带状覆盖对旱地冬小麦产量及土壤水分的影响[J].麦类作物学报,2016,36(06):765-772.
- [4] 李芬,侯贤清,李荣.沟垄二元覆盖对旱作马铃薯耗水特征、产量及水分利用效率的影响[J].核农学报,2019,33(12):2472-2481.
- [5] 陈素英,张喜英,裴冬,等.玉米秸秆覆盖对麦田土壤温度和土壤蒸发的影响[J].农业工程学报,2005,21(10):171-173.
- [6] 杨长刚,柴守奎.秸秆带状覆盖对旱地冬小麦产量及土壤水热利用的调控效应[J].应用生态学报,2018,29(10):3245-3255.
- [7] 李守蕾,杨长刚,李福,等.玉米整秆带状覆盖量对旱地冬小麦土壤水分利用的影响[J].水土保持研究,2016,23(06):122-127.
- [8] 郑飞娜,初金鹏,张秀,等.播种方式与种植密度互作对大穗型小麦品种产量和氮素利用率的调控效应[J].作物学报,2020,46(03):423-431.

- [26] 王汪中.杜鹃兰种子萌发障碍原因及其破除方法研究[D].贵阳:贵州大学,2017.
- [27] 杨超.非洲狗尾草种子休眠人工破除方法初步研究[D].昆明:云南农业大学,2013.
- [28] 邹天才.贵州石笔木种子特性及其萌发生理的研究[D].贵阳:贵州大学,2018.
- [29] 樊鹏辉.黄花棘豆的种子休眠破除及化感作用研究[D].西安:西北大学,2014.