

不同灌溉量对春小麦生长及产量构成的影响

张磊^{1,2}, 李福生², 王连喜^{1,2}, 马国飞^{1,2}, 袁海燕^{1,2}, 官景得²

(1. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏银川 750002; 2. 宁夏气象科学研究所, 宁夏银川 750002)

摘 要: 在大田条件下, 研究不同灌溉量对干旱半干旱地区春小麦生长及产量构成的影响, 以期对春小麦节水灌溉提供理论依据。结果表明, 灌溉量为 $4\,286\text{ m}^3/\text{hm}^2$ (常规对照灌溉量 $4\,495\text{ m}^3/\text{hm}^2$, 减少 $209\text{ m}^3/\text{hm}^2$) 未对春小麦生长及产量造成不利影响; 灌溉量为 $3\,670\text{ m}^3/\text{hm}^2$ (比常规灌溉量减少 $825\text{ m}^3/\text{hm}^2$) 对春小麦生长产生了部分不利影响, 但没有使产量明显降低; 灌溉量为 $3\,060\text{ m}^3/\text{hm}^2$ (比常规对照减少 $1\,435\text{ m}^3/\text{hm}^2$) 使春小麦株高降低、千鲜重减少、产量明显减少, 对春小麦生长及产量产生明显不利影响。综合考虑, 正常年份宁夏引黄灌区春小麦适宜灌溉量在 $3\,900\sim 4\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$, 尚有 $200\sim 500\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的节水潜力。

关键词: 灌溉量; 春小麦; 产量

中图分类号: S512.1⁺2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0046-04

在我国北方干旱半干旱地区, 水资源不足是限制农业开发和粮食产量提高的重要因子^[1]。小麦作为主要的粮食作物之一, 在干旱地区的农业生产中占有重要地位。在国内, 小麦节水灌溉研究多集中在冬小麦上^[2~10], 而对春小麦研究相对较少。河北水利科研所在河北坝上地区开展了春小麦节水灌溉制度研究, 提出节水灌溉制度要根据春小麦不同生育阶段的耗水规律, 在充分利用雨水、土壤水, 保证作物正常生长的前提下, 在作物需水关键期进行灌溉, 一般要尽量减少灌水次数和灌水定额; 同时要考虑不同水文年降水量不同, 春小麦缺水量不同, 灌水的最佳时期、灌水次数及灌水定额也不同的情况^[11]。20 世纪 90 年代甘肃武威地区开展了春小麦节水灌溉试验, 通过开展春小麦的需水量试验、小麦生长期限额灌溉制度试验、不同时期受限对产量影响的试验以及储水灌溉试验等攻关课题, 结合其本地的水资源量, 制定了武威 14 个大中型灌区春小麦节水型的最佳灌溉制度, 推广面积 3.73 万公顷左右, 取得了良好的经济效益^[12~13]。在宁夏引黄灌区北部和宁夏扬黄新灌区进行的春小麦节水灌溉制度和灌溉定额试验研究表明, 在现有灌溉制度下北部灌区减少灌溉量, 产量不会减少; 新灌区必需灌溉节水, 同时灌溉定额在 $5\,400\sim 6\,000\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 为宜^[14~17]。此外, 在青海北部农业区、陕西榆林、甘肃张掖和民乐地区的春小麦节水灌溉定额和灌溉制度的研究也取得了一定成果^[18~22]。不同地区的研究结果均表明, 在我国北方春小麦种植区均存在

灌溉量过大、灌溉制度不合理等问题, 春小麦节水灌溉的研究、示范和推广任务艰巨, 节水潜力巨大。

本试验主要针对宁夏引黄灌区春小麦田土壤水分亏缺状况和大水漫灌导致的水资源浪费现状, 研究不同灌水处理对春小麦生长及其产量结构的影响, 以期筛选出在不影响春小麦产量情况下的合理灌溉量, 为该地区水资源合理利用提供一定理论依据。

1 材料与方法

试验地设在宁夏气象科研所生态与农业气象试验基地(永宁农试站), 该站位于宁夏引黄灌区中心地带的永宁县王太堡, 北纬 $38^{\circ}15'$, 东经 $106^{\circ}14'$, 海拔 $1\,116.7\text{ m}$; 日照充足、干旱少雨, 年降水量 200 mm 左右, 降水集中在夏秋, 雨热同季; 试验田地势平坦, 30 cm 以上为沙壤土, 30 cm 以下为壤土, 微碱性, 中等肥力, 灌溉条件良好, 前茬种植作物春小麦, 常年地下水位 $3\sim 4\text{ m}$ 。供试春小麦品种为“永良 4 号”。单种, 行距 12 cm , 播种量 $337.5\text{ kg}/\text{hm}^2$, 采用播种机播种, 全生育期灌水 4 次。

设 4 个灌溉量处理: T1 处理, 全生育期灌水量 $3\,000\text{ m}^3/\text{hm}^2$, 每次灌水量 $750\text{ m}^3/\text{hm}^2$; T2 处理, 全生育期灌水量 $3\,600\text{ m}^3/\text{hm}^2$, 每次灌水量 $900\text{ m}^3/\text{hm}^2$; T3 处理, 全生育期灌水量 $4\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$, 每次灌水量 $1\,050\text{ m}^3/\text{hm}^2$; CK, 为当地大田常规灌溉量, 全生育期灌水量 $4\,500\text{ m}^3/\text{hm}^2$, 每次灌水量 $1\,125\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。每个处理设 3 次重复, 共 12 个小区, 小区

收稿日期: 2009-02-28

基金项目: 中国气象局新技术推广项目(CMATC2007S06)

作者简介: 张磊(1974—), 男, 宁夏永宁人, 硕士, 工程师, 主要从事农业气象、生态学等方面的研究。

面积 96 m²(长 12 m,宽 8 m),随机区组排列。试验地四周留 1 m 保护行,在第一次灌水之前每个小区间埋压 80 cm 深塑料膜,防止侧渗。用量水堰控制灌水量,根据不同灌水量计算控制时间,由于大田试验中较难精确控制灌水量,实际灌水量 T1 为 3 060 m³/hm²,T2 为 3 670 m³/hm²,T3 为 4 286 m³/hm²,CK 为 4 495 m³/hm²,与设计的灌水量极为接近。2007 年 3 月 1 日播种,7 月 8 日收获,管理措施一致,生育期内降水 151.2 mm。观测项目包括土壤水分、春小麦地上生物量、高度、密度和最终籽粒产量等。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉量对春小麦株高的影响

图 1 是不同灌溉量下春小麦株高的变化情况,从中可以看出,在分蘖期以前,各处理株高一致,没有差异,此后差距增大,到拔节期 CK 和处理 T3 的株高较为接近,T2 处于中间,T1 最低,这种趋势一直保持到乳熟期。表明随着灌溉量减小,春小麦的株高降低。主要生育期株高的方差检验(表 1)也说明了这一点,从拔节期开始,处理间株高存在显著差异,其中 CK 和 T3 之间差异不显著,但 CK、T3 与 T1 间均存在显著差异。

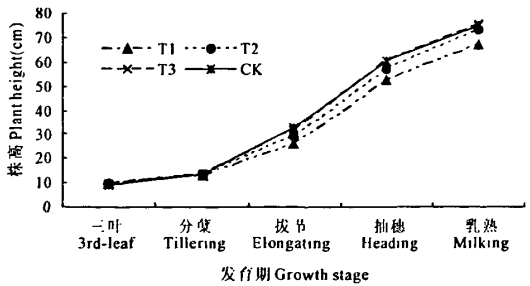


图 1 春小麦株高变化情况
Fig.1 Plant height of spring wheat

2.2 不同灌溉量对春小麦地上部分干鲜重的影响

不同灌溉量条件下春小麦地上部分鲜重变化情况如图 2,第一次灌水(4 月 28 日,分蘖后期)前各处理鲜重基本一致,此后随着灌溉量不同,不同处理鲜重出现差异,其中 T1 处理最低,T2 次之,T3 和 CK 最高(在抽穗期以前,T2、T3 和 CK 较为接近,抽穗期后 T2 鲜重减少较多)。不同时期各处理间地上部分鲜重差异的显著性检验结果表明,在拔节期,CK、T3、T2 的鲜重均明显比 T1 高,但 CK、T3、T2 之间没有明显差异,在乳熟期,CK 和 T3,明显高于 T1,其它处理之间没有差异(表 2),其它时期 4 个处理间没有差异。

表 1 春小麦株高差异的 t 测验
Table 1 T-test about plant height of spring wheat

处理 Treatments	三叶期 3rd-leaf period	分蘖期 Tillering period	拔节期 Elongating period	抽穗期 Heading period	乳熟期 Milking period
CK	a	a	a	a	a
T3	a	a	a	a	a
T2	a	a	b	ab	ab
T1	a	a	c	b	b

注:字母为显著性检验结果(0.05 水平)。下表同。
Note: The letter is t-test result (Significance level is 0.05). The same as follow tables.

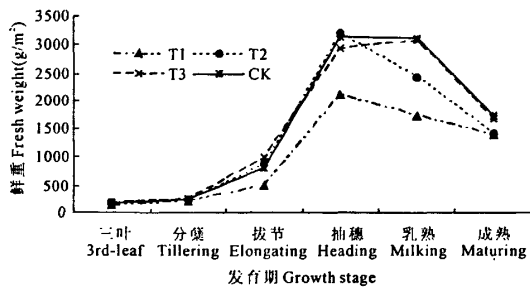


图 2 春小麦地上部分鲜重变化情况
Fig.2 Fresh weight of spring wheat

表 2 春小麦地上部分鲜重差异的 t 测验
Table 2 T-test about fresh weight of spring wheat

处理 Treatment	三叶期 3rd-leaf period	分蘖期 Tillering period	拔节期 Elongating period	抽穗期 Heading period	乳熟期 Milking period	成熟期 Maturing period
CK	a	a	a	a	a	a
T3	a	a	a	a	a	a
T2	a	a	a	a	ab	a
T1	a	a	b	a	b	a

春小麦地上部分干重变化情况与鲜重变化情况类似(图 3):第一次灌水前各处理干重基本一致,此后随灌溉量不同,小麦干重出现差异,其中 T1 处理最低,T2 次之,T3 和 CK 最高(在抽穗期以前,T2、T3 和 CK 较为接近,抽穗期后 T2 干重减少较多)。

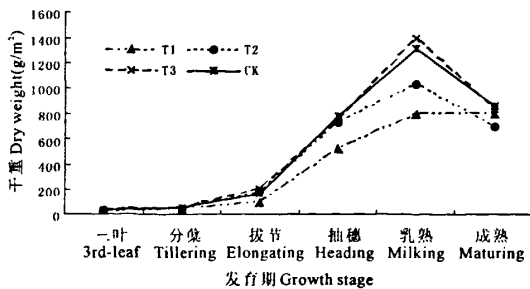


图 3 春小麦地上部分干重变化情况
Fig.3 Dry weight of spring wheat

和 CK 较为接近,抽穗期后 T2 明显减少)。显著性检验结果显示(表 3),拔节期和抽穗期 CK、T3、T2 的干重均比 T1 高,但前 3 个处理之间差异不显著;乳熟期 CK 的干重比 T1 高,其它处理间差异不明显。

2.3 不同灌溉量对春小麦产量构成的影响

在抽穗期和乳熟期分别对小穗数和穗粒数进行了测定,成熟期进行考种,计算其理论产量,并且对每个小区的春小麦进行收获,测定实收产量,不同处理春小麦产量构成及其差异的检验结果见表 4。试验结果表明,抽穗期小穗数和成熟期穗粒数均以处理 T1 最少,而 CK、T3 和 T2 之间没有明显差异;CK 和处理 T3 的有效茎数明显高于 T2 和 T1 处理;T1

处理的不孕小穗率显著高于 CK 和 T3 处理,其它处理间差异不显著;4 个处理间千粒重差异不显著;理论产量 CK 和 T3 明显高于 T1,而其它处理间没有显著差异,实收产量处理 CK、T3 和 T2 均明显高于 T1。

表 3 春小麦地上部分干重差异的 t 测验

Table 3 T-test about dry weight of spring wheat

处理 Treatments	三叶期 3rd-leaf period	分蘖期 Tillering period	拔节期 Elongating period	抽穗期 Heading period	乳熟期 Milking period	成熟期 Maturing period
CK	a	a	a	a	a	a
T3	a	a	a	a	ab	a
T2	a	a	a	a	ab	a
T1	a	a	b	b	b	a

表 4 不同处理春小麦产量构成及显著性检验

Table 4 T-test about yield structure of spring wheat

处理 Treatments	小穗数(抽穗期) Spikelets (heading period)	有效茎数 Number of effective stems	不孕小穗率 Ratio of sterile spike	穗粒数 Number of grains per spike	千粒重 1000-grain weight(g)	理论产量 Theoretic yield(kg/hm ²)	实收产量 Factual yield (kg/hm ²)
CK	14.1 a	629 a	10.7 b	32.0 a	45.5 a	9158 a	9329 a
T3	14.0 a	640 a	9.0 b	31.6 a	48.5 a	9801 a	8979 a
T2	13.5 a	583 b	12.3 ab	29.3 a	48.4 a	8270 ab	9026 a
T1	11.5 b	570 b	16.3 a	20.4 b	49.2 a	5922 b	7404 b

3 结论与讨论

在保证产量稳定的前提下开展春小麦节水灌溉技术研究和推广,是实现水资源短缺的西北干旱半干旱地区农业可持续发展的重要手段之一。本试验结果表明,在宁夏灌区,只有灌水量减少到一定程度才会对春小麦的生长和产量造成较大不利影响,春小麦节水潜力较大。试验中,T3 处理(全生育期灌水 4 286 m³/hm²)与常规对照 CK(全生育期灌水 4 495 m³/hm²)的株高、地上部分干鲜重、产量构成因素、理论产量和实收产量均没有显著差异;T2 处理(全生育期灌水 3 670 m³/hm²)除了拔节期株高外,其它观测项目与对照 CK 没有明显差异;T1 处理(全生育期灌水 3 060 m³/hm²)几乎所有观测项目都与对照 CK 和 T3 处理存在明显差异,但只有部分观测项目同 T2 处理存在差异。本试验结果表明,全生育期灌水量减少 1 435 m³/hm² 对春小麦的生长和产量产生了较大不利影响,减少 825 m³/hm² 对春小麦的不利影响较小,减少 209 m³/hm² 对春小麦的生长发育没有不利影响。试验结果显示,正常年份宁夏引黄灌区春小麦尚有 200 ~ 800 m³/hm² (全生育期灌溉量在 3 700 ~ 4 200 m³/hm² 左右)的理论节水潜力,但考虑到试验田小区面积较小,并且有防侧渗设施,水分利

用效率较高,而在大田情况下,由于易出现灌水不均、渗漏较多和水分利用效率降低等情况,因此实际节水潜力稍低于理论节水潜力,估计在 200 ~ 500 m³/hm² 左右,实际灌溉量控制在 3 900 ~ 4 200 m³/hm² 为宜。

参考文献:

- [1] 蒲锦春,黄子琛.干旱地区春小麦灌溉定额的研究[J].干旱地区农业研究,1990,(1):49—58.
- [2] 周凌云,陈志雄.封丘地区小麦节水灌溉研究[J].水利学报,1998,(6):31—34.
- [3] 侯振军,夏 辉,杨路华.河北省平原冬小麦节水灌溉制度试验研究[J].河北水利水电技术,2004,(2):5—7.
- [4] 曾宪竟,徐祝龄,魏向群.黄河古道沙土地冬小麦节水灌溉研究[J].中国农业大学学报,1996,1(3):24—32.
- [5] 房全孝,陈雨海.节水灌溉条件下冬小麦耗水规律及其生态基础研究[J].华北农学报,2003,18(3):19—22.
- [6] 赵聚宝,梅旭荣,吕学都.晋东南地区麦田水分供需特征及节水灌溉研究[J].干旱地区农业研究,1990,(4):7—13.
- [7] 张新华,袁文兵.山东省低山丘陵区冬小麦节水灌溉模式的研究[J].喷灌技术,1995,(2):45—52.
- [8] 孟兆江,刘安能.豫东平原冬小麦节水高产灌溉定额与模式[J].河南农业科学,1998,(2):8—10.
- [9] 曹 刚,崔彦生,孟 建.春季不同灌水处理对冬小麦的影响[J].中国农学通报,2007,23(3):466—468.
- [10] 于舜章,陈雨海,李全超,等.冬小麦—夏玉米两熟农田节水效

- 应的可行性[J].生态学报,2006,26(8):2523—2531.
- [11] 马香玲,高计生.坝上干旱地区春小麦节水灌溉制度[J].河北水利水电技术,1998,(2):14—16.
- [12] 曹万裕.武威地区春小麦节水灌溉试验成果及其推广应用[J].水利水电技术,1990,(12):42—47.
- [13] 张富基.武威市春小麦灌溉制度研究[J].甘肃水利水电技术,1998,(2):59—61.
- [14] 杨建国,田军仓,康金虎,等.银北灌区春小麦节水灌溉制度试验研究[J].灌溉排水学报,2005,24(5):29—31.
- [15] 马金虎,刘学琴,郭强,等.宁夏引黄灌区春小麦节水灌溉模式的研究[J].农业科学研究,2007,28(1):7—9.
- [16] 张晓煜,王连喜,李凤霞,等.宁夏扬黄新灌区春小麦灌溉定额研究[J].干旱地区农业研究,1999,17(3):74—80.
- [17] 李凤霞,张晓煜,刘静,等.宁夏扬黄新灌区春小麦节水灌溉试验研究[J].节水灌溉,2000,(2):20—22.
- [18] 杨学良.青海省东部农业区春小麦需水量与节水灌溉浅析[J].青海水利,1990,(1):4—9.
- [19] 邵志亮.榆林北部风沙区水资源特征与春小麦节水灌溉初探[J].榆林高等专科学校学报,2001,11(4):19—21.
- [20] 马忠明.绿洲灌区麦田节水高产适宜土壤水分指标研究[J].灌溉排水,1999,18(1):26—29.
- [21] 成学峰,张风云,柴守玺.节水灌溉下春小麦主要农艺性状与产量的相关及通径分析[J].中国农学通报,2007,23(3):454—457.
- [22] 杨兴俊,王忠槐,宗鹏.畦灌条件下春小麦的节水灌溉制度[J].中国农村水利水电,2004,(12):22—24.

Effects of different irrigation treatment on growth and yield constituent of spring wheat

ZHANG Lei^{1,2}, LI Fu-sheng², WANG Lian-xi^{1,2}, MA Guo-fei^{1,2},
YUAN Hai-yan^{1,2}, GUAN Jing-de²

(1. Ningxia Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan, Ningxia 750002, China;

2. Ningxia Institute of Meteorological Science, Yinchuan, Ningxia 750002, China)

Abstract: To supply scientific evidences of saving water, a study was made on effects of different irrigation quota on the growth and yield of spring wheat in field conditions in arid and semiarid regions. The results showed that the growth and yield of spring wheat was unchanged under irrigation quota of 4 286 m³/hm² (209 m³/hm² less than comparison treatment). Though irrigation quota of 3 670 m³/hm² (825 m³/hm² less than comparison treatment) influenced the growth of spring wheat, but the yield did not reduce obviously. Irrigation quota of 3 060 m³/hm² (1 435 m³/hm² less than comparison treatment) affected the growth of spring wheat badly: plant height reduced, dry weight and fresh weight decreased, yield reduced obviously. In common years, fitting irrigation quota was 3 900 ~ 4 200 m³/hm² and water - saving potential was 200 ~ 500 m³/hm² in irrigation region in Ningxia.

Key words: irrigation quota; spring wheat; yield