

# 限量灌溉对冬小麦产量和水分利用的影响

孔祥旋, 杨占平, 武继承, 史福刚, 薛毅芳, 何方, 杨稚娟

(河南省农业科学院土壤肥料研究所, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 在河南省丘陵旱作区, 采用限量灌溉的方法, 研究了灌水对冬小麦子实产量和水分利用的影响。结果表明, 在不同生育期灌水 0~90 mm 范围内, 灌水平均增产 13.0%~39.6%, 水分利用效率提高 7.0%~18.0%, 且能改善冬小麦的生育性状和产量构成。在雨水偏丰的年份, 满足最高作物水分利用效率的补充灌水量为 45 mm, 满足灌溉水利用率最高时的补充灌水量为 30~45 mm。冬小麦拔节孕穗期灌水能增加成穗数, 提高灌溉水利用率, 灌浆期灌水能增加粒重, 提高水分利用效率。拔节孕穗期是限量灌溉的最佳生育期。

**关键词:** 冬小麦; 限量灌溉; 产量; 水分利用效率; 旱地

中图分类号: S512.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2005)05-0064-03

## The Effects of Limited Irrigation on Winter Wheat Production and Water Utility

KONG Xiang-xuan, YANG Zhan-ping, WU Ji-cheng,

SHI Fu-gang, XUE Yi-fang, HE Fang, YANG Zhi-juan

(Institute of Soil and Fertilizer, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The effect of irrigation on the yield of wheat and water utilization under limited irrigation was studied in the hilly dry farming in the west of Henan province. The results showed the average yield could be increased 13.0%–39.6% by the irrigation and the efficiency of water utilization can be improved 7.0%–18.0% when the volume of irrigation ranged from 0 mm to 90 mm. On the other hand, the physiological properties and yield gene of winter wheat could be also improved. In a year with enough precipitation, the volume of supplementary irrigation that satisfied to the maximum efficiency of the crop water utilization was 45 mm, and that of the highest ratio of irrigated water utilization ranged from 30 mm to 45 mm. However, the number of ears of winter wheat could be augmented by irrigation during the jointing and earnings stage and the ratio of irrigated water utilization could be improve too. While irrigating during the seed filling stage, the weight of 1 000 grains and the efficiency of water utilization could be improved. In a word, the best time of irrigation is the jointing and earnings stage.

**Key words:** Winter wheat; Limited irrigation; Yield; Efficiency of water utilization; Dryland

河南省为我国冬小麦的主产区, 其中旱作农区平均年降水量仅有 550~600 mm, 且多集中于夏秋两季, 有限的降水不能满足冬小麦生长发育的需要。在水资源日益紧缺的今天, 以较低的灌溉水量, 最大限度地利用自然降水, 保证农作物相当产量的限额

灌水技术, 近年来在我国干旱半干旱地区已有一些研究报道<sup>[1~3]</sup>。2002–2004 年, 我们通过豫西和豫北丘陵旱作区的田间试验, 就不同生育期限量灌溉对冬小麦子实产量和水分利用的影响进行研究, 以期为该有限水资源高效利用提供依据。

收稿日期: 2005-03-11

基金项目: “十五”国家 863 节水农业课题(2002AA2Z4291); 河南省重点科技攻关项目(0423012600)

作者简介: 孔祥旋(1941–), 男, 山东汶上人, 副研究员, 主要从事土壤水和节灌技术研究。

1 材料和方法

1.1 试验材料

2002– 2004 年,先后在河南省禹州市和辉县市

863 节水农业基地布置田间试验,禹州点 3 试验(简称试验 A)前茬为棉花,供试小麦品种为郑州 9023;辉县市点试验(简称试验 B)前茬为玉米,供试小麦品种为新麦 12,耕层土壤化学性状见表 1。

表 1 土壤耕层养分状况

Tab 1 The situation of topsoil nutrients

试验 Experiment	土壤类型 Soil types	有机质 O. M. (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	全磷 Total P (g/kg)	全钾 Total K (g/kg)	速效氮 Avail. N (mg/kg)	速效磷 Avail. P (mg/kg)	速效钾 Avail. K (mg/kg)	pH
A	砂壤质褐土	12.3	0.80	—	—	47.8	6.7	114.8	7.84
B	粘壤质褐土	21.5	1.27	0.69	17.5	64.2	21.2	194.0	7.15

1.2 试验设计、处理和测定项目

采用随机区组设计,3 次重复。小区面积 12 m<sup>2</sup> (3m×4m)。在灌底墒水 45 mm 基础上设如下处理:①不灌水(ck);②拔节孕穗期灌水 30 mm;③拔节孕穗期灌水 45 mm;④灌浆期灌水 30 mm;⑤灌浆期灌水 45 mm;⑥拔节孕穗期和灌浆期各灌 30 mm;⑦拔节孕穗期和灌浆期各灌 45 mm。试验地底施尿素(纯 N150 kg/hm<sup>2</sup>)和过磷酸钙(纯 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/hm<sup>2</sup>)。供试冬小麦于 10 月中、下旬播种,播量 120 kg/hm<sup>2</sup>,行距 20 cm,翌年 3 月下旬灌拔节孕穗水,4 月下旬~5 月初灌灌浆水,6 月初收获。施肥前取耕层土样,常规分析土壤养分基础含量。灌底墒水前分层取 0~1 m 土样,测定土壤含水量(烘干法)和土壤容重(环刀法)。收获时小区计产,常规考种。收获后分层取土样,测定不同处理的土壤含水量。记载冬小麦生育期内旬降水量。田间管理措施同大田。

2 结果与分析

2.1 限量灌溉对冬小麦产量的影响

从表 2 可以看出,除试验 A 处理 4 外,其他灌水处理的产量均较不灌水处理显著增产,增产率为 13.0%~39.6%,限量灌溉具有较好的增产效果,产量随着灌水量加大而增加。不同生育期等量灌水的产量,拔节孕穗期优于灌浆期。冬小麦拔节孕穗标示着植株已进入旺盛生长期,生理需水剧增,无论是阶段耗水(%)和耗水强度(mm/d)均为其一生中最高时期<sup>[4]</sup>,在这一时期补充灌溉,能促使其幼穗发育的性细胞分化形成,为增产奠定基础,因此认为拔节孕穗期是最佳的灌水时期。冬小麦的灌浆期,尤其是灌浆前期,是子实形成的重要时期,若缺少水分供给,会降低结实率,故亦是较好的灌水时期。在拔节孕穗期和灌浆期均灌水的处理增产效果更加显著。

表 2 各处理产量差异显著性比较

Tab 2 The comparison of the notability of the experimental yield diversity

处理 Treatments	小区平均产量(kg) average yield				A、B 试验小区产 量(kg) Average yield of experiment A&B
	试验 A		试验 B		
	Experiment		Experiment		
	A		B		
①	5. 25	d	6. 10	c	5. 68
②	6. 02	c	7. 22	b	6. 62
③	6. 28	bc	7. 70	ab	6. 99
④	5. 83	cd	7. 01	b	6. 42
⑤	6. 10	c	7. 55	b	6. 83
⑥	6. 70	b	8. 10	ab	7. 40
⑦	7. 60	a	8. 25	a	7. 93

2.2 限量灌溉对冬小麦生育性状的影响

从表 3 可以看出,灌水处理的单位面积总穗数、单株成穗数、株高、穗长、穗粒数、穗粒重和千粒重等生育性状指标均较不灌水处理高,这与灌水显著增加产量的结果是一致的。在灌水 0~90 mm 范围内,灌水量与单株成穗数、千粒重、单位面积成穗数、穗粒重和穗长呈显著正相关;拔节孕穗期灌水与灌浆期灌水比较,前者平均单位面积总穗数、单株成穗数分别增加 7.8%,5.8%。后者平均穗粒重、千粒重分别增加 9.2%,4.2%。在冬小麦产量构成三因子中,成穗数是遗传力最低的因子<sup>[5]</sup>,拔节孕穗期灌水,利于其有效群体的形成,是增产的主要原因。灌浆期灌水能有效增加粒重,亦有较好的增产效果。

2.3 限量灌溉对冬小麦水分利用的影响

试验 B 不同处理水分利用效率计算结果表明(表 4),灌水处理的水分利用效率均高于不灌水处理,增幅为 7.0%~18.0%,灌浆期灌水优于拔节孕穗期灌水的处理,更优于 2 个生育时期均灌水的处理;在灌水 0~90 mm 范围内,平均水分利用效率以灌水 45 mm 的处理最高;灌溉水利用率,拔节孕穗期优于灌浆

期和 2 个生育时期均灌水的处理。平均灌溉水利用率,以灌 30 mm 和 45 mm 的处理最高。综上所述,在本试验冬小麦生育期降水和灌水量范围内( 试验 B 冬小麦生育期多年平均降水为 132. 2 mm, 试验年当季降水为 160. 1 mm, 属于降水偏丰), 满足作物水分利用效

率最高时的补充灌水量为 45 mm, 满足灌溉水利用率最高时的补充灌水量为 30~ 45 mm。为此, 可以认为, 在雨水偏丰的年份, 河南丘陵旱作区有限灌水的下限以 30~ 45 mm 为宜。

表 3 限量灌溉对小麦生育性状的影响

Tab 3 The effect of limited irrigation on the physiological properties of winter wheat							
处理 Treatments	穗数 Amount of spike (万/hm <sup>2</sup> )	单株成穗数 Amount of spike individual plant	株高 Height (cm)	穗长 Spike length (cm)	穗粒数 Grains per spike	穗粒重 Weight of spike grains (g)	千粒重 Weight of 1000 grains(g)
①	370	1. 60	62. 0	7. 2	33. 1	1. 34	40. 5
②	405	1. 80	68. 8	7. 3	36. 7	1. 50	40. 9
③	420	1. 85	70. 7	7. 7	38. 2	1. 61	42. 1
④	375	1. 70	65. 9	7. 8	39. 0	1. 68	43. 1
⑤	390	1. 75	67. 3	7. 8	39. 2	1. 70	43. 4
⑥	425	1. 85	70. 4	8. 0	39. 6	1. 73	43. 7
⑦	460	2. 00	70. 9	8. 1	41. 3	1. 85	44. 8

注: 表中数字为两试验均值 Note: The data in this table are the average of the two experiments

表 4 限量灌溉对冬小麦水分利用的影响

Tab 4 The effect of limited irrigation on the water utilization of winter wheat						
处理 Treatments	产量 Yield (kg/hm <sup>2</sup> )	水分利用效率 Efficiency of water utilization (kg/(mm•hm <sup>2</sup> ))	耗水量 Water consumed (mm)	土壤耗水 Water consumed of soil (mm)	灌溉水利用率 Utility of irrigated water (kg/(mm•hm <sup>2</sup> ))	
①	5 083. 3	12. 8	397. 0	191. 9	0	
②	6 016. 7	14. 5	418. 7	183. 6	31. 1	
③	6 416. 7	14. 7	437. 9	187. 8	29. 6	
④	5 841. 7	14. 6	402. 5	167. 8	25. 3	
⑤	6 291. 7	15. 1	416. 6	166. 5	26. 9	
⑥	6 750. 0	14. 4	468. 1	203. 0	27. 8	
⑦	6 875. 0	13. 7	501. 6	206. 5	19. 9	
②与 ④平均 Average of ②& ④	5 929. 2	14. 6	410. 6	175. 7	28. 2	
③与 ⑤平均 Average of ③& ⑤	6 354. 2	14. 9	427. 3	177. 2	28. 25	

### 3 讨论

在 0~ 90 mm 范围内灌水能改善冬小麦的生育性状, 有较好的增产效果, 随着灌水量的加大, 增产效果愈显著。拔节孕穗期灌水的处理增产率高于灌浆期灌水的处理。拔节孕穗期灌水显著增加成穗数, 灌浆期灌水显著增加粒重。拔节孕穗期是限量灌溉的最佳时期。

限量灌溉能提高冬小麦对土壤水分的利用。水分利用效率表现为, 灌浆期> 拔节孕穗期> 拔节孕穗期+ 灌浆期, 灌溉水利用率表现为, 拔节孕穗期> 灌浆期> 拔节孕穗期+ 灌浆期; 不同灌水量的平均水分利用效率和灌溉水利用率均表现为: 45 mm> 30 mm> 60 mm> 90 mm( 平均灌溉水利用率 45 mm 与 30 mm 几乎相等)。可以认为, 在冬小麦生育期雨水

偏丰的年份, 满足作物水分利用效率最高时的补充灌水量为 45 mm, 满足灌溉水利用率最高时的补充灌水量为 30~ 45 mm。

#### 参考文献:

[1] 邓西平, 山 仑. 旱地春小麦对有限灌水高效利用的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(3): 42- 46.  
[2] 邓国凯, 张源沛, 王平武, 等. 集雨节灌对地膜春小麦的产量和水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(1): 91- 94.  
[3] 夏国军, 阎耀礼, 程永明, 等. 旱地冬小麦水分亏缺补偿效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(1): 79- 82.  
[4] 河南省农业科学院. 河南小麦栽培学[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1988. 136- 168.  
[5] 谭金芳, 介晓磊, 韩燕来, 等. 麦田灌溉与优化施肥技术研究开发专题总结报告[A]. 见: 王志和, 张维成. 小麦优质高产栽培理论与实践[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003. 61- 77.