

半干旱黄土丘陵区春小麦生长的水分生态效应

穆兴民 陈国良

(中国科学院
水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘 要 在半干旱黄土丘陵区充足施肥条件下,灌水能使春小麦产量提高30%—90%。籽实产量与生殖生长期干物质积累呈正相关与营养生长期干物质积累呈负相关。综合考虑作物—气候—土壤条件,为有效利用水分,在春麦需水关键的6月中旬,进行补水灌溉,有利于春麦高产,灌水量以50—100mm为宜。

关键词 半干旱区 春小麦生长 水分生态效应

Ecological Effects of Water on the Spring Wheat Growth in the Semi—arid Loess Hilly Area

Mu Xingmin Chen Guoliang

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Resources · Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Irrigation can increase by 30 to 90 percent of the grain yeild of spring wheat with enough fertilizer applied in Guyuan county of the semi— arid loess hilly area. The amount of appropriate irrigation water is from 50mm to 100mm for effectively use water. It is shown by correlation coefficient that the grain yeild of the spring wheat increase with increasements of the dry mass of the vegetation growth stage, and decrease with increasement of the dry mass amount of the reproductive development stage. The key period of its requirement water is the second 10—day of June. On the bas is of analysis crop—climate—soil satuation comprehansively. The suitable irrigation time should be on the later stage of the spring wheat developement under the condition of completement and health of its seedling.

Key words semi—arid loess hilly area spring wheat growth ecological effect of water

根据我们承担的中国科学院资源生态网络“我国主要类型地区植物需水耗水量和水分利用效率研究”项目的研究结果,本文旨在探讨半干旱黄土丘陵区不同供水条件对春小麦生长过程、产量及水分生产率的影响,为半干旱黄土丘陵区实施有限水灌溉提供依据。

1 试验概况

试验于1990年在宁夏固原县上黄村进行。试验地土壤有机质含量为1.07%,速效

N54.8mg/kg,速效磷 8.24mg/kg,速效钾 291.4mg/kg。试验作物为陇春 8139 春小麦。播种量为 375kg/hm²,试验设 6 个处理,小区面积为 0.033hm²,施肥量为 510kg/hm²,各处理灌水量及时间见表 2(灌水将根据 0~50cm 土壤平均含水量确定)。

试验期间分别测定 3 叶、茎干鲜重,绿叶重、每次取样 50 株。叶面积用日产自动叶面积仪测定。每隔 15 天测定一次 3m 深度土壤水分,每个小区测 5 个点,取平均值。

表 1 各处理小区 0~50cm 土壤含水量 (占干土重%)

区号	3 月 29 日	4 月 23 日	5 月 4 日	5 月 25 日	6 月 9 日	6 月 17 日	7 月 8 日	7 月 24 日	平均	灌水量 (mm)
I 充足灌水	16.8	14.0	14.8	11.5	9.9	6.2	10.7	5.3	11.2	128.3
II 适度灌水	15.5	13.7	15.5	13.0	10.8	6.8	11.3	6.3	11.6	63.9
III 不灌水	16.9	14.7	14.4	13.3	7.2	5.9	8.8	7.0	11.0	—
IV 不灌水	12.9	12.5	14.5	12.1	7.4	5.4	8.5	6.7	10.0	—
V 适度灌水	13.6	12.7	14.6	12.4	10.7	7.8	10.7	8.7	11.4	89.6
VI 充足灌水	14.0	11.8	15.0	12.7	13.6	6.8	10.7	7.7	11.5	167.8

表 2 试验地灌水量灌水时间

区号	5 月 28 日	6 月 4 日	6 月 11 日	6 月 20 日	6 月 28 日	合计
I	45.6	59.5	7.9	8.3	9.0	128.3
II	—	34.9	4.5	16.0	8.5	63.9
V	—	33.2	12.9	32.1	11.4	89.6
IV	40.9	60.0	11.6	41.2	14.0	167.8

2 结果分析

2.1 不同供水条件下春小麦产量及水分利用率

不同给水量时春小麦产量、耗水量及水分生产率如表 3,由表 3 结果可看出:随灌水量的增加产量提高呈线性趋势,二者相关系数达 0.940(n=5);随供水量提高总蒸散耗水量增大,水分生产率提高,在本试验条件下,水分生产率以灌水 50~100mm 时最佳;灌水降低了土壤底墒水消耗,一般旱作条件下,春小麦农田蒸散量 300mm 左右,其中土壤底墒供水占 38%,生育期降水供给占 62%(穆兴民,1989)而在本实验条件下,各灌水小区“底墒”供水仅占总耗水量 15%~27%。

表 3 不同供水条件下春麦产量与水分生产率 (0~3m)

区号	单产 (kg/hm ²)	增产		土壤贮水(mm)		土壤 耗水(mm)	降水量 (mm)	灌水量 (mm)	总耗水 (mm)	水分生 产力 (kg/mm)
		kg	%	播前	收获					
II N										
平均	1479.0	—	—	473.7	373.4	100.4	161.4	—	261.8	0.376
V	1990.5	510.0	35	417.0	430.9	40.1	161.4	89.6	291.1	0.456
II	2257.5	772.5	52	460.1	375.9	84.2	161.4	63.9	303.5	0.494
I	2679.0	1201.5	81	446.0	355.8	90.2	161.4	128.3	398.4	0.448
VI	2797.5	1324.5	90	481.5	410.6	70.9	161.4	186.8	419.0	0.446

2.2 不同灌水量的春小麦生长效应

不同处理下春小麦干物质累积变化动态如图 1。不灌水时期各小区干物质差异不大,但在 5 月下旬开始灌水之后,灌水较多(I、VI)干物质累积速率显著高于其它区,随时间近似呈线性提高。

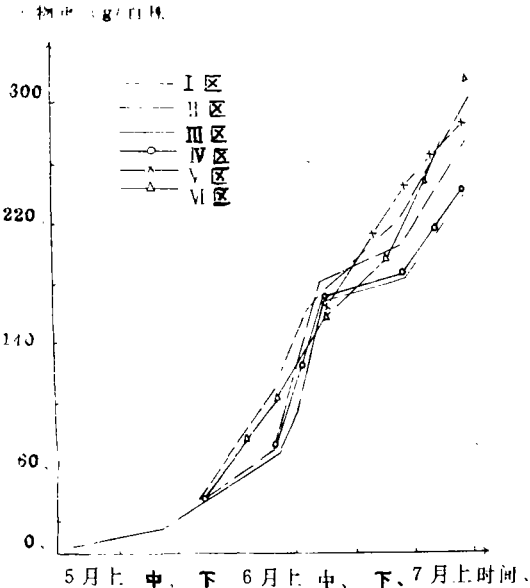


图 1 不同供水条件下干物重变化动态

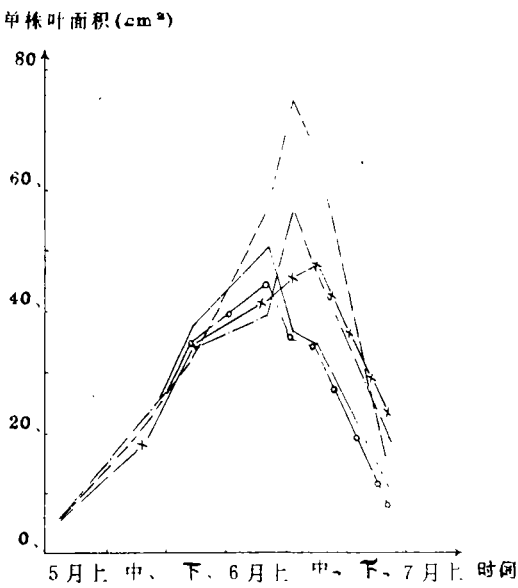


图 2 不同供水条件下单株叶面积动态

通过简单相关计算,分析了各时期干物质质量与籽粒产量的关系(如表 4)。表明:孕穗(6 月 7 日)之前,即营养生长期干物质积累量与籽粒产量呈负相关,其后,即生殖生长期的干物质积累量与籽粒产量呈正相关。这与植物光合产物在不同发育时段的分配比率有关(keulen etal. , 1975)。故此,在生产上,应注意适当控制营养生长期,提高生殖生长期干物质的积累,特别是提高抽穗期干物质积累,从而能有更多的光合产物运输于籽粒,以获得高额产量。在地表水资源缺乏地区,后期灌水是提高产量最佳时期。

表 4 各时期干物质质量与籽粒产量单相关系数

干物质测定时间(月、日)	5.03	5.18	5.25	6.07	6.11	6.27	7.07
与籽粒产量相关系数	-0.960	-0.518	-0.694	0.732	0.841	0.455	0.697

绿色叶片是作物进行光合作用积累光合产物的主要场所,在半干旱地区当遇干旱危害,下部叶片枯黄,旗叶的作用更显重要,据我们在固原的观察,干旱年份当剪下旗叶后可使籽粒产量降低 8~9 成。不同供水条件下春小麦单株叶面积变化动态如图 2。图 2 显示不同灌水量对绿叶面积影响显著。灌水使叶面积增大,最大叶面积出现时间推后约 19~15d,叶面积动态曲线与横坐标所围成的面积,其大小综合反映了绿色叶片最大值及持续时间。

2.3 不同给水量下春麦田水分动态

2.3.1 麦田土壤水分动态综合图 麦田不同土层水分随时间变化动态是作物—大气—灌溉—土壤综合作用之结果,旱作及供水最多时两小区土壤水分与作物及气候变化综合关系如图 3。由图 3 可以看出:作物蒸腾能消耗水分大于地面蒸发。旱作条件下,4~5 月上旬,旬平均蒸发量 71mm,降水量 9.0mm 时 0~80cm 土层土壤含水量稳定在 10%以上,而在 5 月中旬—7 月下旬,旬平均蒸发及降水量分别为 82mm 和 19.0mm,比前期分别提高 15%和 111%,但土壤含水量反而迅速降低,这可由土壤含水量等值线 6%和 8%的动态量变化显著看出。土壤水分的消长还受控于供给。旱作地,在作物生长后期,降水供给还不足于蒸散消耗,故土壤含水量低,从 5 月下旬(拔节期)经 17d 的连续无降水之后直至收获,相当于凋萎湿度的 6%含水量线已延伸至 1.2m 土层,作物基本上在干旱的土壤条件下生长的;而在灌溉条件下,土壤含水量则较高,土壤含水量普遍在 10%以上,深层贮水量较丰。在春麦生长后期,其根系已下伸至 150cm 以下土层,尽

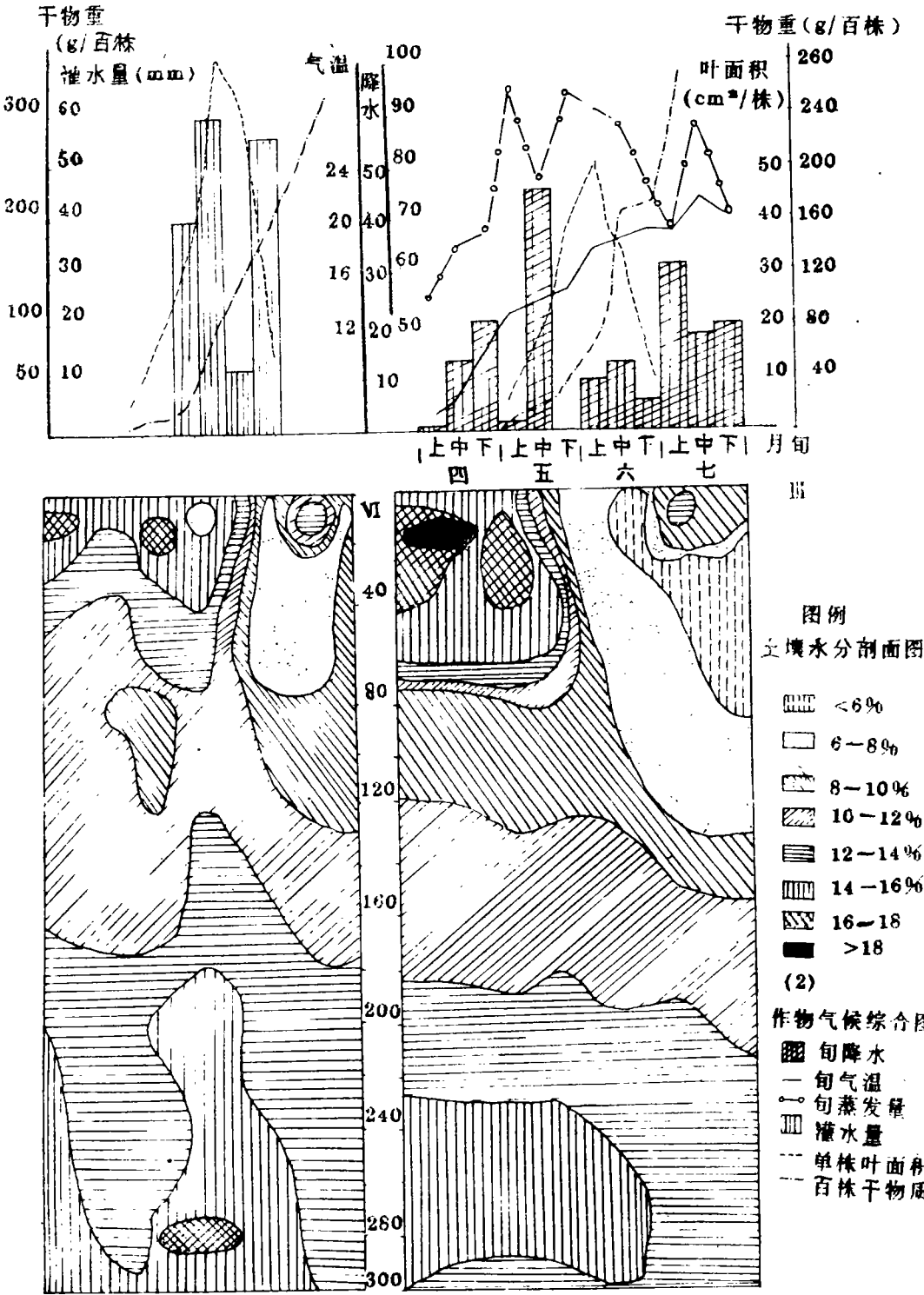


图 3 土壤水分、作物、气候关系综合图

管上层干旱,但它仍可由深层吸收水分。

2.3.2 作物对土壤底墒的消耗 不同供水量下,春小麦主要耗水时期对各土层底墒的耗用如表 5。拔节—乳熟共 44d,占生育期 38%,旱作条件下,这一时期总耗水量 159.1mm,其中土壤

耗水(101.1mm),占时段总蒸散 64%,而灌水小区时段总耗水 278.1mm,土壤耗水 91.8mm,占时段总耗水 33%,土壤底墒消耗低。不同土层底墒消耗,灌水各区的深层耗水量普遍高于旱作区,旱作区对土壤底墒消耗以 0~100cm 土层为主,故可认为灌水能促进根系生长。

表 5 不同供水条件下各土层耗水状况

土层(cm)		0~50	51~100	101~200	201~300	0~300cm 土壤耗水量 (mm)	总耗水量 (mm)	占生育期 (%)
各土层耗水量	■	51.5	31.8	5.8	12.0	101.1	159.1	53
(mm)	Ⅵ	25.2	22.2	21.6	22.8	91.8	278.1	77
占土壤总耗水比重	■	51	31	6	12	100	—	—
(%)	Ⅵ	27	24	24	25	100	—	—

3 结 语

在半干旱黄土丘陵区,农田水分供给不足是导致作物产量低而不稳的根本原因,要实现农田高产优质,除改良品种,增施肥料,综合运用农业技术措施外,根据作物—气候—土壤相互作用特点抓住时机,适量灌水,充分利用有限的地表水资源(如河川径流、地表径流等)。在半干旱黄土丘陵区的固原县,作物需水关键时期在 6 月中旬。春小麦地上部干物质量与籽粒产量的相关分析表明,适当控制春小麦营养生长,提高生殖期生长量,有利于获得较高籽粒产量,灌水能有效提高春小麦籽粒产量,但综合考虑春小麦的产量、水分生产率及蒸散量,为经济合理利用有限水资源,总灌水量以 50~100mm 为宜。

参考文献

1 H·van keulen and J. woif(Eds). Modelling of agriculture production; weather, soils and Crops. Simulation Monographs, pudoc, wageningen,1986,P48.

2 王广兴,杨颂. 灌溉与小麦产量构成因素的关系. 灌溉排水,1990,9,(2) 20~24

3 Zo. Hochman. Effect of water stress with phasic development on yield of wheat growth in a semi-arid environment. Field Crops Research,1982(5),55~67

4 P. Singh and Wolkewitz H. Evapotranspiration, pan evaporation and soil water relations for wheat (Triticum aestivum). Agricultural watermanagement 1988. (13), 65~81

5 穆兴民,陈国良等. 黄土区旱地春小麦农田水分生态特征与改善途径. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊,1990,(11),55~63