

渭北东塬旱地小麦耗水及其调控

洪 晓 强

(陕西省农科院粮食作物研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要 该文应用土壤水平衡法对渭北东部旱地小麦耗水规律进行了探讨。得出小麦全生育期耗水量 291.5~365.9mm,水分平均满足率为 64.9%;通过统计分析建立了小麦产量与农田蒸散量的数学模型。提出蓄水保墒、培肥地力、应用抗旱制剂等旱作农艺措施。

关键词 耗水量 水分亏缺量 培肥 渭北东部

Water Consumption Law and Its Regulation of Wheat in the Eastern Part of Weibei Rainfed Highland

Hong Xiaoqiang

(Cereal Crop Research Institute of Shaanxi Academy of Agricultural Science, 712100,
Yangling District, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)

Abstract The consumption law of soil moisture in wheat fields in the eastern part of Weibei rainfed highland was analyzed by using the farmland water balance method. The results show that the actual water consumption by wheat was 291.5~365.9mm, the rate of average moisture to meet wheat requirement was 64.9%. A mathematical model for wheat yields and farmland evapotranspiration is established through the statistics analysis. The agronomic measures such as accumulating and conservation moisture techniques, soil fertility and drought-proof chemicals are put forward.

Keywords water consumption; water deficiency; soil fertility; the eastern part of Weibei rainfed highland

1 材料与方法

采用长期田间水分动态监测,用土钻取土烘干法测定土壤含水量。取样深度 0~10cm 土层每 5cm 取一土样,10~100cm 每 10cm 取一土样,100~200cm 每 20cm 取一土样,重复 3 次。降水资料为当地气象站提供。试验在合阳县进行,海拔 900m,年平均降水量 596.3mm,年平均温度 10.5℃,年平均蒸发量 1832.8mm。前茬小麦,种植品种为丰抗 13 号,每 hm^2 施尿素、二铵各 375kg。试验地为垆土,其土壤水分常数见表 1。

农田水分平衡用改进后的彭曼公式表示,其式为 $\Delta W = P + I + g - r - d - ET$ 。式中

ΔW 为土壤贮水量变化量; P, I, g 分别为降水量、灌溉量、地下水补给量; r, d, ET 分别为径流量、渗漏量、蒸散量。此试验在旱塬实施, 上式可简化成 $\Delta W = P - ET$ 。

表1 合阳县农业土壤水分常数

土层深度 (cm)	容重 (g/cm ³)	孔隙度 (%)	田间持水量		凋萎湿度		在田间持水量下有效水量		充气孔率 (%)
			(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	
10	1.31	52.0	21.6	28.3	7.2	9.4	14.4	18.9	24.1
20	1.38	51.0	21.5	29.8	7.5	10.4	14.1	19.4	23.9
30	1.40	46.9	21.5	30.2	7.8	10.9	13.8	19.3	23.8
40	1.38	47.9	21.3	29.4	7.8	10.8	13.3	18.6	24.5
50	1.38	47.9	21.3	29.4	7.8	10.8	13.3	18.5	24.1
60	1.33	49.8	21.9	29.2	7.0	9.3	10.6	19.2	25.3
70	1.38	47.9	23.1	31.9	7.0	9.7	13.2	22.2	24.5
80	1.38	47.9	23.1	31.9	7.0	9.7	13.2	22.2	24.3
90	1.38	47.9	23.1	31.9	7.0	9.7	13.2	22.2	23.8
100	1.38	47.9	23.1	31.9	7.6	10.5	13.2	21.4	24.1
110	1.38	49.1	23.1	31.9	7.6	10.5	13.2	21.4	24.5
120	1.38	48.9	23.1	31.9	8.0	11.0	15.3	20.9	23.9
130	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	22.8
140	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	22.7
150	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	21.9
160	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	22.1
170	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	21.7
180	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	20.9
190	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	19.6
200	1.30	50.0	25.2	32.8	8.0	10.4	15.3	22.4	18.9
0~100	$\bar{X}=1.37$	$\bar{X}=48.7$		$\Sigma=303.9$		$\Sigma=85.8$		$\Sigma=165.0$	$\bar{X}=24.1$
0~200	$\bar{X}=1.34$	$\bar{X}=49.3$		$\Sigma=630.1$		$\Sigma=138.7$		$\Sigma=405.5$	$\bar{X}=23.0$

作物需水量决定于气候条件和作物的生物学特性, 其值为参考蒸散量与作物系数的乘积, 即 $ET_m = K_c \cdot ET$ 。

2 研究结果

2.1 土壤贮水量动态变化

渭北旱塬东部在气候类型上属半湿润偏旱区, 冬小麦田的土壤水分变化为年周期基本补偿型, 即经过7~10月雨季, 土壤水分能基本得到恢复。在丰水年, 0~2m 土层平均湿度达19.4%~21.0%, 接近田间

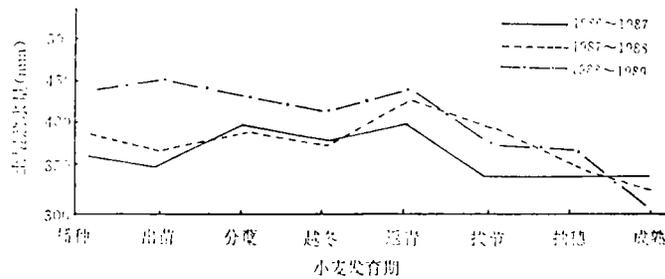


图1 合阳塬区麦田土壤贮水量(0~200cm 土层)

持水量值,平水年亦可恢复到田间持水量70%~80%。小麦土壤水分消耗阶段为11月至翌年6月,其中以旺长期的3~6月水分亏缺额最大,返青后土壤贮水急剧减少,成熟期湿度接近凋萎湿度值(图1)。

土壤贮水与自然降水密切相关,降水多则贮水多,反之亦然。合阳县历年平均降水量571.9mm,1986~1987年度降水量为483.9mm,且秋雨不足,7、8两月降水量105.6mm,较历年同期减少114.3mm,土壤贮水量便很小,上层(0~100cm)贮水量出苗至返青为171.0~205.6mm,拔节后降至165.3mm,下层(100~200cm)贮水一直维持在180mm左右;1988~1989年度为水分条件较好的年份,7、8月份降雨量大,4月下旬到5月上旬小麦需水关键期又降雨63.3mm,麦田贮水量明显高于前者。

2.2 小麦阶段耗水量

按水分平衡方程将试验资料整理成表2。

表2 麦田水分平衡

年份 (年)	年降水量 (mm)	耗水量 (mm)	降水供给量		土壤水供给量	
			(mm)	(%)	(mm)	(%)
1986~1987	483.9	291.5	297.3	102.0	-5.8	-2.0
1987~1988	503.1	365.9	254.4	69.5	111.5	30.5
1988~1989	525.7	342.4	217.9	63.6	124.5	36.4

从上表可以看出,渭北旱塬东部小麦耗水在生育期降水多的年份以自然降水为主,1986~1987年除满足小麦消耗外,尚有2%贮存于土壤中;而在生育期降水少的年份,降水只能供给耗水量的70%,其余要靠土壤水来补充。这表明底墒在小麦生产中的重要作用。计算小麦阶段耗水量得知,播种~分蘖耗水14.3mm,分蘖~越冬耗水57.8mm,越冬~拔节耗水127.7mm,拔节~抽穗耗水82.2mm,抽穗~成熟耗水83.9mm。小麦各生育期除分蘖阶段降雨充足外,其它各期土壤供水占同期耗水量40%左右。

2.3 水分盈亏量

在旱作条件下,农田水分盈亏量是作物需水量与耗水量之差,其表达式为 $B = ET_m - ET_a$ 。根据水分测定结果,将小麦各生育阶段水分盈亏量列于表3。从表3可以看出,渭北东部小麦全生育期需水量为513.3mm,实际耗水量为333.3mm,水分亏缺量为180.0mm,水分满足率为64.9%。从不同生育阶段来看,各阶段水分均有亏缺,主要缺水阶段拔节~抽穗亏缺量43.9mm,水分满足率仅为53.6%。渭北旱塬受西南季风影响,雨季来得早,故小麦后期水分条件好。

表3 小麦水分盈亏量

项目	播种~越冬	越冬~拔节	拔节~抽穗	抽穗~成熟	合计
需水量(mm)	134.4	179.5	94.6	104.8	513.3
耗水量(mm)	61.1	118.0	50.7	103.5	333.3
亏缺量(mm)	73.3	61.5	43.9	1.3	180.0
水分满足率(%)	45.5	65.7	53.6	98.8	64.9

2.4 有效水分剩余量

旱地小麦生育前期对土壤水分的利用量较小,而且利用土层主要限于0~100cm。随着生育期的推移,用水层逐渐加深,对土壤深层水分利用量逐渐加大,抽穗后对100~200cm土层利用量大于0~100cm土层。通过计算得知,渭北东部土壤水分经过小麦消耗后,土壤中还有相当

多的有效水未被利用。这个结果说明,旱地土壤水分资源远未得到充分开发。

2.5 小麦产量与蒸散量的计算机模型

收集1986~1995年蒸散量实测值和小麦产量值,据此作出产量随耗水量变化的散布图(图2)。

从图2可知,冬小麦产量随耗水量变化呈抛物线形。模拟结果如下:

$$y = -0.00172x^2 + 1.882x - 207.7$$

$$R = 0.9678$$

式中: y —— 产量(kg); x —— 耗水量(mm)。

根据此模型可算出任何一个降水年型冬小麦在渭北东部的现实生产力水平。在一定范围内,小麦产量随着耗水量的增加而增加,但二者之间并非成比例地增加,小麦每 hm^2 产量由2 613kg 提高到4 500kg,耗水量从272.0mm 增加到396.1mm,产量提高近1倍,耗水量增加45.6%;小麦每 hm^2 产量2 250~3 000kg 时,每kg 耗水901.2kg,每 hm^2 产量4 500kg 以上每kg 耗水993.0kg,每 hm^2 产量3 750~4 500kg 时,小麦耗水量最小,每 hm^2 产量4 500kg 以上耗水量增大,但不显著。

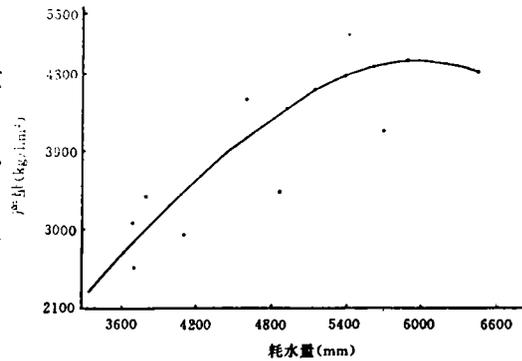


图2 小麦产量随耗水量变化图

3 水分调控措施

3.1 蓄、保结合,提高降水利用率

渭北东部土壤成土母质为黄土,土层深厚,持水量大,表层2m 内能贮存550~600mm 雨水。深耕是旱农一直采用的有效蓄积降水方法,蒲城旱地试验结果,早耕比晚耕可多蓄降水12.7~18.5mm。镇压可以减小土壤空隙,阻止空气流通所引起的水分损失,一般在冬春干旱季节或土壤墒情差、表层有干土时采用。渭北地区早春土壤表层解冻,出现“返浆”,及时顶凌耙耱可以大大缓和小麦春季水分供需矛盾,耙地后耕层土壤含水量可提高1%~3%。

3.2 培肥地力,增加水分经济效益

生产实践和科学试验表明,土壤肥力在很大程度上左右着产量和水分的转化效率。土壤培肥可着重从轮作倒茬与合理施肥两方面入手。扩种苜蓿、豌豆等传统养地作物,以草养畜,畜粪肥地,增加土壤物能投入量;旱地施肥除注意有机无机配合、氮肥磷肥并重外,方式上要特别注意早施、深施,以保肥增效,提高水分利用率。

3.3 应用抗旱剂,改善农田水分条件

农业化学抗旱系列产品有保水剂、抗旱剂和土壤结构改良剂等,其抗旱机理可靠,有助于农田水分利用效率的提高。河北气象科学研究所采用氯化钙、乙酰水杨酸对小麦闷种,其耗水系数分别为2.9和3.0,水分利用效率为0.33~0.34,比对照提高6%,表现出很好的抗旱能力。西北农业大学用黄腐酸钠进行大面积试验示范,使小麦增产6.3%,在瘠薄农田和干旱年份效益更高。