

砖窑沟流域旱地土壤水分状况 与糜子耗水特征

王改兰

(山西省农科院保鲜所)

段建南 张进峰 李拴怀

(山西大学黄土高原地理研究所)

提 要

本文依据1988~1989年田间定位观测试验,探讨了砖窑沟流域土壤水分状况与糜子耗水特征。结果表明,裸地土壤水分完成一个循环周期,2 m土层水分有所增加,主要补偿层次为50~150cm,提供了有利于调节作物生长的水分条件。土壤储水的调节作用可使糜子在生育期降水相差121mm的情况下,产量与耗水量维持在相近水平。在干旱年份,高肥地糜子对土壤储水的利用深度达150cm,对不同层次的有效水利用系数为0.43—0.93,水分生产效率0.77kg/mm,分别是低肥地的1.5倍,1.2~5.1倍和1.7倍。因此,培肥地力与保水耕作是创造糜子稳产高产水分条件的主要途径与措施。

关键词: 土壤储水量 耗水量 水分利用效率

砖窑沟流域地处晋西北河曲县境内,位于东经 $111^{\circ}12'03''$ ~ $111^{\circ}19'28''$ 和北纬 $39^{\circ}11'06''$ ~ $39^{\circ}13'47''$ 之间,属暖温带半干旱气候。年平均降水量为447.5mm,年蒸发量约1 913.7mm。年平均气温 8.8°C ,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $3\ 000\sim 3\ 360^{\circ}\text{C}$,无霜期140天。农业生产以旱作为主,主要种植作物为糜子和马铃薯,尤以糜子种植面积比例最大。近年来糜子的播种面积占粮食作物种植面积的47.2%,产量占粮食总产的45.7%。因此,深入了解和掌握土壤水分状况与糜子的耗水特征,可为改善耕种制度,充分挖掘水分生产潜力提供科学依据。

从1988年开始,我们在流域内布设了旱地农田土壤水分平衡试验,用中子土壤水分仪,定期、定位测定了裸地和主要农作物地的土壤含水量。本文就1988~1989年的试验结果对土壤水分状况与糜子耗水特征进行分析探讨。

一、土壤水分状况

(一) **土壤水分基本特性** 供试土壤为本流域地带性土壤—栗褐土,其成土母质为黄土,土层深厚,土壤质地轻壤,结构疏松,容重 $1.21\sim 1.30\text{g}/\text{cm}^3$,总孔隙度为51.4%~54.0%,田间持水量为24.6%~26.4%(容积含水量,以下同),饱和持水量为47.6%~48.7%,最大吸湿水为3.3%~4.3%,凋萎湿度为5.0%~6.4%,渗透系数为 $0.81\sim 0.93\text{mm}/\text{min}$ 。依各测点各土层的田间持水量计算出0~2 m土层的持水能力为544.6~636.5mm,其中有效水为470.1~501.8mm,储水量大,有效性高,有利于降水的入渗和蓄持以及作物根系的吸收利用。

表1 裸地土壤储水状况

测定深度 (cm)	1988年(储水量: mm)							
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
0~50	46.18	51.00	53.21	71.22	108.19	80.43	69.92	63.84
50~100	31.10	32.32	36.59	55.92	91.11	82.00	74.85	67.04
100~150	39.80	40.25	41.87	42.34	56.10	68.37	68.36	67.99
150~200	62.28	62.10	62.47	63.22	61.03	71.89	79.18	77.00
0~200	179.36	185.67	194.14	323.70	316.43	302.69	297.31	275.87
降水量(mm)	18.3	46.20	34.2	153.4	116.8	44.4	22.9	~

续表

测定深度 (cm)	1989年(储水量: mm)							
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
0~50	64.72	60.32	71.10	86.43	76.38	76.69	73.62	64.04
50~100	59.74	59.42	69.79	74.80	75.29	80.18	78.11	71.81
100~150	58.64	59.34	61.50	66.30	68.83	77.45	75.83	74.08
150~200	75.31	75.25	76.40	80.07	82.75	86.54	80.31	87.92
0~200	258.41	254.32	278.79	307.55	304.25	320.86	313.87	295.85
降水量(mm)	19.3	12.0	102.3	92.0	44.2	66.4	6.0	5.1

(二) 裸地土壤储水状况 在旱作条件下, 自然降水是土壤储水量的唯一来源。因此, 降水的多少及其季节性分布对土壤储水量的影响很大。1988年降水较丰富, 测定期(4~10月)降水量436.2mm, 较同期多年平均值416.8mm高出19.4mm, 1989年偏旱, 测定期(4~11月)降水346.9mm, 较同期多年平均值426.4mm少79.5mm。两年内由田间测定的裸地土壤储水状况和相应时期的储水量, 详见表1。由表1可以看出, 随着雨季的到来, 土壤水分呈上升趋势, 在雨季末期, 2m土层储水量达一年中最大值, 为318mm左右, 这对秋作物生长十分有利。雨季过后, 土壤水分不断消耗, 直至翌年雨季前又降到全年最低点, 此时0~50cm土层的储水量又与前年雨季前持平, 0~20cm的土壤含水量甚至接近凋萎湿度, 不利于春播作物播种出苗。因此秋后和冬、春采取保墒措施对保全苗很重要。从整个剖面(0~2m)看, 土壤水分完成上述一个循环周期, 降水较多, 土壤储水有所增加, 1988年6月底到1989年6月初, 其增加值为60.2mm; 1989年偏旱, 封冻时仍较雨季前高出46.4mm。主要补充层次为50~150cm, 这对调节作物生长的水分条件具有重要意义。

二、糜子耗水量与各生育阶段水分供需特征

(一) 糜子耗水量 作物耗水量是在各种特定条件下作物实际消耗的水量。这个特定条

表2 糜子耗水量与水分利用效率

地力	1988年				1989年			
	生育期降水 (mm)	生育期耗水 (mm)	产量 (kg/亩)	水分利用效率 (kg/mm)	生育期降水 (mm)	生育期耗水 (mm)	产量 (kg/亩)	水分利用效率 (kg/mm)
低肥地	333.3	~	~	~	212.2	254.1	115.7	0.46
高肥地	333.3	304.4	237.4	0.78	212.2	300.9	232.9	0.77

件是在肥力不成为限制因子,其它条件满足之下的当地降水的耗水量,它包括作物蒸腾量和棵间蒸发量。表2是糜子在不同降水年份与不同地力条件下的耗水量与水分利用效率。耗水量是按水量平衡法求得,计算公式为 $ET = (WH + R) - WK$ 。由表2看出,糜子在不同地力条件下,耗水量与水分利用效率均有较大差异。在亩产115.7kg的低肥地上,耗水量为254.1mm,在亩产232.9kg的高肥地上,耗水量为300.9mm。高肥地较低肥地多耗水18%,产量提高了101%,水分利用效率由0.46kg/mm提高到0.77kg/mm,说明培肥地力可提高糜子产量和水分利用效率。从表2还看出,1988年糜子生育期降水满足糜子亩产235kg的水分需要,1989年生育期降水较1988年减少了121.1mm。但在这两年内,糜子的耗水量与产量无明显差异,分别仅相差3.5mm和4.5kg。说明在前一年降水充沛,土壤墒情恢复较好的情况下,即使翌年遇旱,糜子仍能正常生长发育,获得好收成。从当地两年试验结果看,糜子耗水量在300mm以上。

表3 糜子各生育阶段水分供需特征

生育期	1988年							1989年						
	耗水			降水		土壤供水		耗水量			降水		土壤供水	
	耗水量 (mm)	占总耗水 (%)	日均耗水 (mm)	降水量 (mm)	占耗水 (%)	供水量 (mm)	占耗水 (%)	耗水量 (mm)	占总耗水 (%)	日均耗水 (mm)	降水量 (mm)	占耗水 (%)	供水量 (mm)	占耗水 (%)
播种~分蘖	30.8	10.1	1.28	28.7	93.2	2.1	6.80	30.0	10.0	1.36	15.0	50.0	15.0	50.0
分蘖~拔节	65.0	21.3	4.33	111.2	171.1	-46.2	-71.1	63.5	21.1	4.23	87.0	137.0	-23.5	-37.0
拔节~抽穗	111.6	36.7	3.72	140.5	125.9	-28.9	-25.9	97.2	32.3	3.47	12.5	12.9	84.7	87.1
抽穗~成熟	97.0	31.9	2.11	52.9	54.5	44.1	45.5	110.2	36.6	3.74	97.7	88.7	12.5	11.3
全生育期	304.4	100	2.65	333.3	109.5	-28.9	-9.5	300.9	100	2.40	212.2	70.5	88.7	29.5

(二) 糜子各生育阶段水分供需特征 砖窑沟流域糜子常在6月中旬播种,10月初收获,完成一个生育周期,要经历110多天。在不同生育阶段中,由于植株生长发育程度与蒸发力不同,

因而其耗水量与耗水强度也不相同(见表3)。在幼苗期, 植株生长缓慢, 叶面积小, 蒸腾弱, 从播种到出苗耗水量仅占全生育期耗水的10%, 日均耗水量为1.3 mm左右。这一时期供水情况, 丰水年基本能满足作物需水, 干旱年降水将近一半的耗水要靠土壤储水供给。进入分蘖拔节期, 植株生长加快, 蒸发蒸腾量迅速增加, 耗水量剧增, 分蘖到抽穗期, 耗水量占到总耗水量的53.4%~58.0%。日均耗水量为3.8 mm左右。这一时期(7月初~8月中下旬)也进入降雨高峰期, 丰水的1988年降水除能满足糜子正常生长需水外, 还有75 mm降水补充土壤, 1989年夏干旱严重, 38%的耗水来自于土壤储水。抽穗后, 糜子灌浆仍需较多水分, 尔后植株生长渐渐停止, 蒸发力也逐渐减弱, 总趋势是耗水量减少, 从抽穗到成熟阶段耗水量占总耗水量的34%, 日均耗水量为2.1~3.7 mm。此期(8月中下旬~10月初)降水明显减少, 土壤供水占到一定比例, 两年分别占到总耗水量的45.5%和11.3%。

从糜子生育期内各阶段的耗水供水特征看出, 总降水可满足糜子耗水要求, 土壤供水起到阶段调节作用, 合理调节土壤水分的利用对实现当地持续高产有重要意义。

三、糜子对土壤储水的利用能力

上述作物对于土壤储水利用能力的指标是有效水利用系数, 即作物吸取水量与该层内有效水储量之比^[2]。如前所述, 在丰水年份糜子生育期耗水主要来自降水, 土壤有效水利用系数几乎为零。只有在干旱年份测得的系数才能反映出糜子对土壤储水的利用能力。表4中所列系数是在干旱的1989年由田间测得。从表4看出, 在不同地力条件下, 糜子对土壤储水的利用深度以及对不

表4 糜子对土壤有效水利用系数(1989年)

土层深度(cm)	高肥地			低肥地		
	播种时有效水储量(m ³)	用水量(m ³)	有效水利用系数	播种时有效水储量(m ³)	用水量(m ³)	有效水利用系数
0~50	59.22	40.22	0.68	56.95	28.93	0.51
50~100	46.70	43.43	0.93	76.21	7.31	0.28
100~150	17.45	7.19	0.41	31.37	2.61	0.08
150~200	18.05	0	0	31.31	2.55	0.08

同层次的有效水利用系数均有较大差异。在高肥农田上, 糜子对土壤储水的利用深度达150 cm, 对不同土层有效储水的利用系数为0.41~0.93, 其中对50~100 cm土层的有效水利用系数最大。而低肥农田, 糜子对土壤储水的利用深度较高肥条件下减少了近50 cm, 对不同土层的有效水利用系数也明显低于高肥地, 特别是50 cm以下的利用系数大大降低, 50~100 cm不足高肥地的三分之一, 100 cm以下系数几乎为零。这表明地力是影响糜子高产稳产的重要因素之一。

四、创造糜子高产稳产水分条件的主要途径与措施

(一) 培肥地力、以肥调水 上述试验表明, 在高肥条件下, 糜子对土壤储水的利用深度是低肥地的1.5倍, 对0~50 cm、50~100 cm、100~150 cm各土层的有效水利用系数分别是低肥地的1.2倍、3.3倍和5.1倍, 每消耗1 mm水分生产的粮食是低肥地的1.7倍。(下转第45页)

畦)节水60%，滴灌比畦灌省水80%以上，增产30%~50%。采取最优的灌溉方式在北部干旱地区十分重要。

目前推广的喷灌适用性较宽。喷灌有固定式、半固定式和移动式三种。在资金力量较充足，且长久地立足于灌溉事业，固定式灌溉有其省时、省力的特点，喷水均匀，效果显著；半固定和移动式花线较少，在当前输水管道改革后，会促进移动式喷灌事业的发展。输管改革是变水泥衬砌渠为水泥沙管、土管到塑料软管，薄壁塑料硬管，其输水有效利用率可达95%~97%，比土渠提高30%~40%，占地减少1%~3%，灵活方便。滴灌省水，防止地面无效蒸发，能使有限的水分几乎全部用到植物蒸腾中去，对土地平整状况要求不高，也将会得到较大的发展。如陕西榆林地区北部有285.47万亩风沙土滩地（干滩、湿滩和沟滩地三种），除现已用于种植业生产的147.32万亩外，尚有138.15万亩宜农而未被农业利用的土地。主要原因是干旱缺水，但又因质地不同和间层效应而带来的地下潜水较为丰富，采取开挖马槽井，引管滴灌等方法，有利于治沙兴农。在实行节水灌溉中为了做到灌溉时间和灌水定额科学化，有些地方已和测墒（土壤水分状况）预报结合起来。内蒙赤峰市从1975年开始，在全市11个旗（县）区的25个乡镇，推广测墒预报灌溉水，使粮食增产了1 758.14万kg。它们的作法是：按一定区域面积取土测墒，每种作物同一土壤，500~1 000亩设一测点，按一定时间测定土壤水分。如小麦从播种之日起，每5天一测，雨前雨后，灌前灌后加测一次，直到成熟；按各种作物需水量和耗水量的变化，编制农田水量平衡计算模型，及时预报，指导灌水。这一方法对节水灌溉事业的科学化、群众化和生产化带来极大好处。

（上接第33页）

因此，培肥地力是提高水分利用，创造糜子高产稳产水分条件的有效途径之一。

（二）合理耕作、蓄水保墒 试验表明，在干旱年份糜子近三分之一的耗水来自于播前土壤储水，特别是苗期，土壤供水占耗水的一半多。充足的底墒是糜子高产稳产的基础水源。因此合理的保墒耕作措施对糜子抗旱夺丰收十分重要，在保墒耕作方面，如秋后用糜秸覆盖地面或及时耕翻耙耱，均有较好的保墒效果，到下茬作物播种前（5月底），0~40cm土层的储水量分别较传统的留茬地高出15.8mm和10.5mm。