

陕西渭南抽渭灌区棉田 需水规律的研究

程乾生

(农学系)

摘 要

冬、春灌的棉田,一般都能满足棉花发芽、出苗和苗、蕾期发育的需水量。春旱年份,高密度棉田、早熟品种先显旱。地膜覆盖有明显的保墒提墒作用。花铃期棉田需水量最大,常年气候条件下,需补充灌水70~80立方/亩,这是增产的关键措施之一。地膜棉田、早熟品种需水高峰期明显提前。吐絮期棉田一般不需灌溉,但个别秋旱年份,初絮期灌溉对创高产有利。在春旱情况下,提倡蕾期蓄水灌溉,但要注意控制徒长。

关键词: 土壤含水量; 作物需水量; 棉花; 田间持水量; 保墒

陕西渭南抽渭灌溉棉区, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年活动积温 4400°C ,最热月(7月)平均气温 27°C ,无霜期平均215天。棉花生育期间4~10月平均日照1490小时。1959~1985年27年平均降水量579.4 mm,绝对最多837.6 mm;绝对最少411.5 mm,变异系数19.2%。从温、光、水等气候因素的平均指标看,对栽培中熟陆地棉是适宜的。但是降水量变异性很大,旱涝不均,夏旱、秋涝常成为影响棉花高产、稳产、优质的最大障碍。

该棉区土壤属黄垆或垆黄,质地中壤。地下水位多在2~3 m,地下水含盐量高达3~5 g/L,不宜或不能用于灌溉。抽渭灌区建成后,地下水位和土壤次生盐碱化有所增加,对棉花保苗不利。地膜棉发展后,抑盐保苗、增温保墒效果显著。

渭河一般秋、冬、春流量充足,夏季缺水,且暴涨暴落,含泥沙超限频繁,加上各作物争水,棉花夏灌常无保证。

本试验于1981~1986年间进行,目的在于研究该地区棉田需水规律,为提高水分经济效益提供依据。

1 材料与方法

田间试验设在地处抽渭灌溉棉区中部、渭南市南七乡。试验采用的品种和处理因素,与当地品种、栽培技术的发展密切配合。先后有中棉所7号(以下简称中7)、西农抗病岱16(简称抗岱16)和辽棉7号。栽培方法处理有盖膜与露地、不同密度等。试验小区面积0.05或0.1亩,两个或三个重复。试验田间管理按一般丰产田要求进行。

土壤含水量用常规法测定。当地棉田土壤田间持水量为25~28%,土壤容重为1.4。

——本文于1987年4月4日收到。

2 结果与分析

2.1 苗期棉田需水规律

适宜发芽出苗的土壤含水量是0~30cm土层达到16~18%。如果只有0~10cm的适宜含水量,而10~30cm土层墒情很差,苗期生长发育的水分条件就没有保证。例如1981年,4月16日播种,4月17日降水19.5mm,不论冬春灌或未灌的,0~10cm土壤水分都适宜,4月25日都出了全苗。但从出苗后直到6月5日,干旱无雨,灌水的试验田棉苗发育正常,未灌水的田块于6月初棉叶枯黄,个别棉苗被旱死。6月5日测定0~10,10~30,30~50和50~100cm各层含水量,灌过水的分别是10.8%,14.0%,14.6%和17.3%,加权平均15.5%;未灌水的分别是6.2%,11.5%,13.6%和15.2%,加权平均13.2%。前者是棉苗墩实健壮发育的适宜土壤含水量,后者是棉苗将被旱死的临界土壤含水量。

2.2 蕾期棉田需水规律

蕾期棉田需水量比苗期有所增加,但增加程度因品种、密度和栽培方式而不同。1981年6月15日测定露地每亩4000,6000,8000到10000株的1m深土壤平均含水量依次为15.2%,14.8%,14.5%和14.1%,随着密度增加,含水量有规律地减少。从不同土壤深度看,不论密度大小,都是愈往上层,含水量愈低。

地膜棉蕾期的土壤水分状况与露地不同。总的规律是盖膜有明显的保墒、提墒作用。一般0~30cm耕层内,盖膜的土壤水分多于露地;30~50cm内,露地的多于盖膜(表1)。虽然

表1 盖膜、露地蕾期土壤水分变化规律

年 份	处 理	不同深度 (cm) 含水量				
		0~10	10~30	30~50	50~100	加权平均
1982	盖膜	19.4	16.2	15.7	19.4	18.0
	露地	11.8	15.0	17.4	19.9	17.6
	差	+7.6	+1.2	-1.7	-0.5	+0.4
1983	盖膜	18.5	20.4	18.6	20.5	19.9
	露地	16.1	20.0	19.3	20.8	19.9
	差	+2.4	+0.4	-0.7	-0.3	0
1985	盖膜	19.3	19.1	20.4	21.6	20.6
	露地	16.3	18.1	19.8	22.4	20.4
	差	+3.0	+1.0	+0.6	-0.8	+0.2
1986	盖膜	6.7	9.9	11.0	17.9	13.8
	露地	5.0	6.0	15.4	19.8	14.7
	差	+1.7	+3.9	-4.4	-1.9	-0.9

注: 1982年和1983年采用“中7”; 1985年和1986年采用“抗岱16”。

地膜棉比露地棉早现蕾7~10天,蒸腾耗水比露地棉多,但由于地膜覆盖后土壤热梯度差异大,促使水分上移量增多。又因土壤水分受地膜的阻隔而不能散失于大气,会在膜下凝结,结果使土壤深层水分逐渐向上集结,这就是地膜覆盖有保墒、提墒作用的原因。这为提高棉

花对土壤水分的利用率、增加产量提供了条件。

1986年蕾期干旱严重,田间观察看出,早熟品种(辽棉7号)特别是盖膜的显旱最重,棉株基部主茎叶枯黄。土壤水分测定结果,0~10,10~30,30~50和50~100cm各层土壤含水量,盖膜的分别是6.4%,9.0%,13.2%和17.9%;露地的是6.0%,11.4%,14.6%和19.0%,盖膜的耕层(0~30cm)和底层(30~100cm)的墒情都差。

2.3 花铃期棉田需水规律

花铃期是棉田需水量最多的时期。1981年花铃期气候高温干旱,8月初观察不同密度午后叶片萎蔫程度,不论高、低肥处理,都是随着密度的增加而耐旱性增加。8月5日测定1m深土壤含水量,高肥的由4000株到10000株四种密度依次是8.7%,9.8%,9.8%和10.3%;低肥的是9.1%,9.8%,10.0%和10.2%。1982年花铃期降雨多,土壤水分适宜,但不同密度土壤含水量仍然有上述变化趋势。8月10日测定,高肥的是18.7%,19.8%,19.2%和19.4%;低肥的是19.9%,19.2%,19.8%和20.3%。蕾期干旱时,高密度的先显旱;而花铃期干旱时,则低密度的先显旱。分析其原因,棉田水分损失的两个途径是蒸发与蒸腾,蕾期高密度虽然叶层掩护土表、抑制土壤蒸发作用较强,但终因苗多、根多、叶面积大而蒸腾失水量大,使总耗水量超过低密度。花铃期情况有所不同,高密度封行早,通过群体自调整枝,高密度的叶面系数也不高,加之高密度根系分布较深,所以耐旱性比低密度强。蕾期随密度增加土壤含水量降低而花铃期随密度增加而含水量增加,这一转变的交叉点在现蕾末期到开花初期。

2.4 吐絮期棉田需水规律

吐絮期棉田需水量比花铃期显著减少。1982年雨水协调,棉花丰收,10月7日测定不同密度的土壤含水量,由4000到10000株四种密度,依次是17.3%,18.1%,18.9%和19.5%,仍然是随着密度的增加土壤含水量增加的趋势。1986年气候干旱,9月23日测定不同品种的土壤含水量,从0~100cm分四层,抗岱16依次是14.2%,12.0%,8.5%和7.9%;辽棉7号是11.5%,11.1%,10.2%和8.1%。两个品种的加权平均数都是9.5%,但不同深度的用水特点不同,抗岱16利用深层水分较多,而辽棉7号则利用上层水分较多。田间观察、并自然拔起对比根系,辽棉7号根系不发达,植株早衰严重。

2.5 降水量与棉田需水量

1982和1986年是两个丰收年,降水和灌溉水的增产效益发挥得较充分。1982年南七乡15000亩棉花平均亩产皮棉60.7kg,神寺村1350亩地膜棉平均亩产82.3kg,还出现亩产132.8kg的高产户。1986年全乡4500亩平均亩产65kg,屈驾村630亩地膜棉平均亩产95.3kg,还出现亩产126.5kg的高产户。1982,1986年棉花生育期间总耗水量分别为653.5和528.0mm。按前人^[1]研究棉花各生育阶段需水量占总需水量百分比概算,1982年露地栽培,苗期、蕾期、花铃期、吐絮期和全生育期的耗水量分别是:65.4,98.0,359.4,130.7和653.5mm,亩产皮棉68.7kg,平均公斤耗水9.51mm。1986年露地栽培各生育阶段耗水量分别是:52.8,79.2,290.4,105.6和528.0mm,亩产72.6kg,公斤耗水7.27mm。1986年地膜栽培各生育期耗水量分别是:58.0,87.0,319.0,116.0和580.0mm,亩产86.1kg,公斤耗水6.74mm(表2)。从1986年地膜棉与露地棉耗水量比较看,地膜棉省水7.3%,省水率偏低的主要

原因是地膜棉花铃期灌水偏迟, 增产幅度不够大。

表2 1982, 1986年棉田各生育阶段以及每天耗水量概算

年份、品种、栽培方式	生育阶段	天数	耗水	耗水量		每天耗水量		皮棉亩产 kg	每kg皮棉 耗水mm
			%	mm	立方/亩	mm	立方/亩		
1982 中7 露地 栽培	苗期	45	10	65.4	43.6	1.45	0.97		
	蕾期	30	15	98.0	65.3	3.27	2.18		
	花铃期	50	55	359.4	239.6	7.19	4.79	68.7	9.51
	吐絮期	40	20	130.7	87.1	3.27	2.18		
	全生育期	165	100	653.5	435.6	3.96	2.64		
1986 抗岱16 露地 栽培	苗期	50	10	52.8	35.2	1.06	0.70		
	蕾期	23	15	79.2	52.8	3.44	2.30		
	花铃期	59	55	290.4	193.6	4.92	3.28	72.6	7.27
	吐絮期	45	20	105.6	70.4	2.35	1.56		
	全生育期	177	100	528.0	352.0	2.98	1.99		
1986 抗岱16 地膜 栽培	苗期	47	10	58.0	38.7	1.23	0.82		
	蕾期	27	15	87.0	58.0	3.22	2.15		
	花铃期	54	55	319.0	212.8	5.91	3.94	86.1	6.74
	吐絮期	40	20	116.0	77.4	2.90	1.94		
	全生育期	168	100	580.0	387.0	3.45	2.30		

根据1959~1986年27个生产年度降水量资料的统计, 各生产阶段和棉花各生育阶段的平均降水量是: 冬闲阶段(11月至翌年4月)45.4mm, 开始播种阶段(上/3~中/4)51.0mm, 苗期95.3mm, 蕾期100.2mm, 花铃期157.4mm, 吐絮期129.9mm。把各生育阶段降水量与需水量比较, 苗期有盈余, 差值为+36.2mm; 蕾期也有少量盈余, 差值为+11.6mm; 花铃期相差很大, 差值为-167.5mm; 吐絮期有少量剩余, 差值为+11.7mm; 全生育期差值为-108.0mm。这说明棉田需水的高峰期在花铃期, 降水与需水的最小差值也在花铃期。全生育期相差108.0mm, 折合72立方/亩的潜水量。也就是说, 一般棉花生育期间需灌溉两次, 每次亩灌水30~40立方, 最重要的是花铃期的供水(表3)。

棉田的需水量受环境因素和农业综合技术的影响, 因此, 需水量的大小, 同各地各年自然气候条件和农业技术措施不同而变化较大。据陕西省泾惠渠灌区1953~1962年测定结果, 各年需水量变幅为323.9~689.7mm, 而主要集中在450~600mm。张雄伟等研究结果指出, 棉田耗水量多在459~620mm^[1]。美国德克萨斯州学者W·R·乔伊研究指出, 灌溉棉区实现最高单位面积皮棉产量的需水量在680mm^[2]。渭南市南七乡1982, 1986年有较多的丰

表3 棉花各生育阶段降水量、需水量及差值 mm

生育阶段	降水量	需水量	差值
苗期	95.3	59.1	+36.2
蕾期	100.2	88.6	+11.6
花铃期	157.4	324.9	-167.5
吐絮期	129.9	118.2	+11.7
全生育期	482.8	590.8	-108.0

注: 降水量是1959~1986年27年的平均数; 需水量是

1982, 1986年地栽培的平均数

产户达到亩产皮棉100kg水平,接近按气候资源估算的亩产水平^[3],棉田耗水量在528.0~653.5mm,与国内外研究资料很接近。

3 结 论

3.1 冬、春灌的棉田,一般都能满足发芽、出苗和苗、蕾期发育的需水量。春早年份,高密度棉田、早熟品种先显旱。地膜覆盖有明显的保墒提墒作用。

3.2 花铃期棉田需水量最大,达324.9mm,降雨只能弥补157.4mm,尚差167.5mm,加上苗、蕾期剩余的47.8mm,还差119.7mm,相当79.8立方/亩。所以花铃期灌溉是增产的关键。地膜覆盖虽有保墒作用,但由于地膜棉发育早,耗水高峰期明显提前,所以安排夏灌应先灌地膜棉和早熟品种。

3.3 吐絮期棉田需水量下降,一般不需灌溉。但个别秋早年份(例如1986年),吐絮初期灌溉对创高额丰产有利。

3.4 当地土壤田间持水量大、蓄水能力强,为缓解夏灌争水矛盾,应坚持冬季或早春的蓄水灌溉。春旱情况下,提倡蕾期蓄水灌溉,蕾蓄花用,但要注意控制徒长。

3.5 推广地膜栽培,改进综合技术,发挥地膜增产作用,能大幅度提高水分的经济效益。

参加部分试验工作的先后有唐拔勤、田群锁、焦毓本,实习学生赵都利、郭立宏、胡东维、刘耀斌、徐勇、朱文全等。气象资料抄自渭南地区气象局,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 中国农业科学院棉花研究所主编.中国棉花栽培学,上海科学技术出版社,1983:487~488
- 2 Teare I D, Peet M M. Crop-Water Relations. 1983: 239
- 3 程乾生.西北农学院学报 1984(3): 18-32

STUDIES ON THE LAW OF SOIL WATER REQUIRED BY COTTON FARMLAND

Cheng Qiansheng

(*Department of Agronomy*)

Abstract

When cotton field was irrigated in spring or winter, generally soil moisture was enough to meet cotton germination and emergence, and also to meet cotton growth and development during seedling and squaring stages. In the field with close planting and early-maturing varieties suffered drought cotton field was depleted much earlier. When cotton field was covered with plastic film, more soil moisture was conserved. In flowering and boll forming stages, one of the key measures for increasing yield was to irrigate about $70\sim 80\text{m}^3$ water per mu as this stage cotton required much more water than any another stage. The high peak of requirement for the soil moisture in the field covered with plastic film or with early-maturing varieties was earlier. In the boll opening stage, generally, there was no irrigation requirement. If drought took place in some autumn, it was necessary to irrigate early during this stage to get high yield. The irrigation at the squaring stage to store more water was proposed, but plant overgrowth should be controlled.

Key words: water content in soil, water demand of crops, cotton, field moisture capacity, protection of soil moisture