

大田棉花膜下滴灌与沟灌的应用研究

邵光成¹ 俞双恩¹ 杨道成² 邢文刚¹ 陈 林²

(1.河海大学水利水电工程学院 ,江苏 南京 210098 ; 2.新疆石河子炮台土壤改良试验站 ,新疆 石河子 832000)

摘要 :介绍 1998 年 4 ~ 9 月在新疆石河子炮台土壤改良试验站进行的大田棉花膜下滴灌与沟灌应用推广的试验研究情况 .研究表明 :膜下滴灌棉花的经济产量和水分利用效率两项指标分别较沟灌棉花高出 18.9% 和 143.7% ,通过经济效益分析测算 ,膜下滴灌棉花较沟灌棉花增收节支 8 155 元 /hm² ,而且还具有一定的社会效益和生态效益 .

关键词 :节水灌溉 ;膜下滴灌 ;沟灌 ;棉花种植

中图分类号 :S274.1 S562 文献标识码 :A 文章编号 :1000-1980(2004)01-0084-03

在新疆 ,没有灌溉就没有农业 ,缺水是新疆农业和国民经济发展的瓶颈 .传统的灌溉方式使灌区的地下水位日益升高 ,以次生盐碱化为主的中低产田面积日益扩大 ,土壤有机质和肥力有所降低 .为了增加土地的产出 ,不得不大量使用化肥和农药 ,恶化了土壤结构 ,使得农业投入产出比日渐下降 ,效益越来越差 ,农业的发展一直处在恶性循环之中^[1] .

新疆石河子地区大面积推广的大田膜下滴灌技术将先进的栽培技术和滴灌技术相结合 ,为解决新疆水资源不足的问题探索出了一条节水、高产、高效的路子 .棉花是一种具有无限生长特点的作物 ,其皮棉产量表现出对不同程度可利用水分很好的适应性^[2-3] ,为了充分发展和推广膜下滴灌这一先进的灌水技术 ,研究棉花膜下滴灌和沟灌对产量和品质的影响及其经济可行性就显得尤为迫切和需要 .

1 材料与方法

1.1 试验点概况

试验于 1998 年 4 ~ 9 月在新疆石河子炮台(农八师 121 团)土壤改良试验站试验田内进行 ,试验区属于典型的干旱与半干旱地区 ,试验田地下水埋深 3m 左右 ,土壤质地为中壤土 ,不同处理理化性状如表 1 所示 .

表 1 土壤理化性状

Table 1 Physical and chemical properties of soil

处理	面积 /hm ²	质地	密度/(g·cm ⁻³)			田间持水量 / %	有机质 (g·kg ⁻¹)	速效氮肥 (mg·kg ⁻¹)	速效磷肥 (mg·kg ⁻¹)	总盐 (g·kg ⁻¹)
			0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm					
1	3.67	中壤	1.480	1.520	1.530	24.6	6.46	4.0	9.8	8.41
2	4.33	中壤	1.470	1.540	1.550	24.4	6.46	4.1	10.0	8.42
3	10.00	中壤	1.579	1.594		28.1	9.40	33.0	7.3	14.70

1.2 种植及施肥方式

试验地 1 和试验地 2 采用宽膜平铺 8 行 ,1 条毛管控制 2 行作物 ,毛管布置在两行作物中间 .棉花品种为系 - 550 4 月 23 日播种 ,播量 90 kg/hm² ,试验地 1 3 播种方式采用干播湿出 ,试验地 2 采用冬灌田 .施肥采用随水滴灌方式分 10 次施入 ,品种为尿素和磷酸二氢钾 .

1.3 试验处理与观测项目

试验设 3 个处理、3 个重复 ,为避免小区之间侧向水分运动对测量结果的影响 ,用每个小区中间两行作为观测区进行土壤水分、作物生长状况、产量及品质等测定 .用取土烘干法在灌前及灌后分层测定 0 ~ 70 cm 土壤含水量 .处理 2 为沟灌作对照处理 ,处理 1 和 3 为膜下滴灌 ,处理 1 和 2 为丰产田 ,处理 3 为盐碱地 .膜下

滴灌棉花的灌溉制度采用水量平衡分析方法制定,灌水下限设定为 0~70 cm 土层平均土壤含水量的 60% 田间持水量,处理 1 和 3 在作物生育期内灌水 11 次,累计灌水量为 3000 m³/hm²,而处理 2 在作物生育期内灌水 5 次,累计灌溉水量为 6150 m³/hm².

2 结果分析

2.1 不同处理对棉花生长生理指标的影响

水既是作物生长的基本条件之一,又是影响土壤肥力的一个重要因子.棉花对水分比较敏感,水分过多会引起棉株徒长,过少就会导致早衰、蕾铃脱落.不同的灌水技术不但影响到作物的土壤水分,而且还会影响到肥、气、热等其他作物生长条件,进而造成棉花生长指标的差异.

由表 2 可以看出,不同的灌水处理、不同土壤情况对出苗、株高、根长、铃数、吐絮数等有较大的影响,膜下滴灌直接把水灌入作物根部,使作物生长处在良好的水、肥、气、热环境条件下,处理

表 2 不同处理的棉花生长指标调查结果

Table 2 Growth indexes of cotton under different treatments						
处理	株高 /cm	铃数 /个	吐絮数 /个	根长 /cm	株数 (株·hm ⁻²)	出苗成活率 /%
1	70	9.6	5.3	43.3	166 830	93
2	66	6.6	4.3	57	130 005	72.2
3	51.6	8	1	18.3	46 500	26

1 出苗率是处理 2 的 1.28 倍,处理 3 虽然也是膜下滴灌,但由于该地是重度盐碱地,1997 年沟灌无产量,但 1998 年实施膜下滴灌后达到了 46 500 株/hm²,说明膜下滴灌在改造盐碱地方面效果比较好.

根系是吸收水分的主要器官,在土壤水转化为作物水的过程中起着“咽喉”的作用.根系生长除了受遗传特性的影响外,还受环境因素的影响.其大小、数量和分布可对土壤水分状况作出适应性反应.由于处理 1 是小而频繁的局部灌溉,因此湿润层只在土壤的上部,而根系的向水生长特征使得处理 1 的主根系长度约是处理 2 的 0.76 倍,处理 3 由于受到盐分等方面的影响,造成其根系只是处理 2 的 32%.株高是决定植株生物量的一个重要因子,由于处理 1 植株的水、肥、气、热等生长条件好于其他处理,因此其株高分别是处理 2 和处理 3 的 1.06 和 1.36 倍.良好的营养是作物生殖、生长的重要前提条件,从表 2 可以看出膜下滴灌下的处理 1 和处理 3 的铃数分别是处理 2 的 1.45 倍和 1.21 倍.由于后期处理 1 的过早封行,造成脱铃严重,使得处理 1 的脱铃数比处理 2 高出 10%.从处理 1 的株高和脱铃数两个指标来分析,表明 1998 年的处理 1 膜下滴灌的灌溉定额实际上有点偏高,因此有待于进一步优化其灌溉制度.而处理 3 由于受到盐碱化的危害,使得其脱铃率达到 87.5%.从这一点也说明,在盐碱地实施膜下滴灌时要充分考虑压盐所需要的灌水量.

2.2 不同处理对棉花经济产量、水分利用效率及品质的影响

不同处理对作物生长发育产生的不同影响,最终将反映在各个处理的经济产量和水分利用效率上.从表 3 可以看出,处理 1 的皮棉产量和水分利用效率两项指标在所有处理中均最高,其皮棉产量和水分利用效率分别比处理 2 高出 218.9%和 143.7%.这说明在丰产田采用膜下滴灌技术可以显著提高棉花产量和水分利用效率,但处理 1 的品质指标纤维长度、衣指、籽指却只是处理 2 的 0.98、0.88 和 0.97.原因在于处理 1 在作物生育期内长期处于充分湿润的土壤条件下容易造成吐絮期内纤维品质的降低,然而处理 2 由于灌水时间间隔比较长,中间经历一段相对土壤含水量降至 50% 的水分胁迫期,使得作物输导组织发达充实,纤维含量高,发挥了作物调亏的优势.这也说明棉花最适宜生长的土壤水分与纤维发育的最适宜水分的不一致.这对于膜下滴灌棉花的水分管理具有指导意义.处理 3 虽然是膜下滴灌,但由于土壤内含盐量比较高,土壤溶液浓度高于根系细胞液浓度,造成了棉花根系的实质性的生理性缺水,不仅使得棉花的生长受到抑制,而且也严重影响到棉花的品质.从表 3 可以看出,这种情况下棉花的纤维长度、衣指、籽指等各项品质指标及经济产量都低于其他处理,并且处理 3 水分利用效率仅为处理 1 的 16%.

2.3 经济效益分析

1998 年的试验初步证明,膜下滴灌棉花采用以色列产品一次性投资约 3.8~4.5 万元/hm²,国内绿源产品一次性投资约为 1.8 万元/hm²,山东莱芜产品约为 1.35 万元/hm²,新疆天业产品为 0.75 万元/hm²(1998 年年费用约 1 500 元/hm²).

由表 4 可以看出,采用膜下滴灌的水费、肥料费、机耕费、开沟费及人工费等共计 1 539 元/hm²,较沟灌棉花节支 842.4 元/hm².膜下滴灌省去了一些沟渠、农渠及毛渠的占地,增加了耕种面积.据测算,每建设 1 hm²

表 3 不同处理的棉花经济产量和品质的调查

Table 3 Yield and quality of cotton under different treatments							
处理	籽棉产量 ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	皮棉产量 ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	纤维长度 /cm	衣指 /g	籽指 /kg	衣分 /%	水分利用效率(皮棉) ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$)
1	4 788.0	1 890.00	28.70	6.6	17.0	39.4	0.630
2	4 150.5	1 590.00	29.14	7.5	17.5	38.6	0.259
3	804.0	305.55	26.50	5.4	15.2	38.0	0.102

表 4 膜下滴灌较沟灌节支情况

Table 4 Economization of expenditure under mulched drip irrigation as compared with furrow irrigation								元/hm ²
灌溉方式及 节支情况	水费	肥料费	机耕费	修毛渠费	开沟费	人力费	铺毛管费	费用合计
膜下滴灌	360	1 095	0	0	0	0	84	1 539
沟 灌	768.75	1 367.55	120	46.5	33.6	45	0	2 381.4
节支额	408.75	272.55	120	46.5	33.6	45	- 84	842.4

滴灌地可增加 0.5 hm^2 沟灌地 ,可增收效益 4 477.6 元 .由于膜下滴灌使棉花生长处在良好的水、汽、热及养分的环境中 ,而且其压盐保苗效果比较明显 ,膜下滴灌种植棉花较沟灌可增产籽棉 630 kg/hm^2 ,增收 2 835 元/ hm^2 .在石河子地区 种植棉花实施膜下滴灌后较常规灌溉每年增收节支 8 155 元/ hm^2 .采用新疆天业产品实施膜下滴灌 ,1 a 可收回成本 ,并有一定的经济效益 ,另外还具有显著的社会效益及生态效益^① .

3 结 论

- a. 膜下滴灌较沟灌显著地提高出苗成活率、铃数、吐絮数等 ,而且在重度盐碱地上较沟灌应用效果好 ,出苗成活率达到 26% .
- b. 在丰产田内 ,采用膜下滴灌较沟灌显著地提高经济产量和水分利用效率 ,但对 1998 年的试验进行初步分析 ,发现作物品质有所降低 ,因此 ,膜下滴灌对作物生长机理的研究有待于更深入探讨 .
- c. 从试验结果分析来看 ,1998 年膜下滴灌棉花的灌溉定额偏高 ,更优化的灌溉制度有待于进一步研究 .
- d. 在丰产田内采用膜下滴灌较沟灌具有一定的经济可行性 ,并具有显著的社会效益和生态效益 .

参考文献 :

[1] 邵光成 ,蔡焕杰 .新疆大田膜下滴灌的发展前景[J] .干旱地区农业研究 ,2001 (3) :123—124 .
[2] 蔡焕杰 ,康绍忠 ,张振华 ,等 .作物调亏灌溉的适宜时间和调亏程度的研究[J] .农业工程学报 ,2000 ,16 (3) :24—27 .
[3] 张振华 ,蔡焕杰 .覆膜棉花调亏灌溉效应研究[J] .西北农林科技大学(自然科学版) 2001 ,29 (6) :9—12 .

Study on the applications of mulched drip irrigation
and furrow irrigation to large area of cotton fields

SHAO Guang-cheng¹ , YU Shuang-en¹ , YANG Dao-cheng² , XING Wen-gang¹ , CHEN Lin²

(1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China ;
2. Shehezi Experimental Station of Soil Amelioration of Xinjiang Uygur Autonomous Region , Shihezi 832000 , China)

Abstract : Field experiments on the popularization of mulched drip irrigation and furrow irrigation to cotton cultivation were conducted at the Shihezi Experimental Station of Soil Amelioration of Xingjiang Uygur Autonomous Region from Apr. to Sep. , 1998. The result shows that the cotton yield and WUE under mulched drip irrigation are 18.9% and 143.7% higher than those under furrow irrigation. Economic benefit analysis also shows that mulched drip irrigation for cotton cultivation can save 8 155 Yuan/ hm^2 as compared with furrow irrigation. Besides , mulched drip irrigation can also generate certain social and ecological benefits.

Key words : water-saving irrigation ; mulched drip irrigation ; furrow irrigation ; cotton cultivation

① 新疆兵团农八师水电局 .大田棉花膜下滴灌试验报告 .1997 .