

旱作地膜小麦-玉米带田 一膜两用热效应显著

仇化民 王宁珍 马妮娜

(甘肃省西峰农业气象试验站, 745000)

提 要

旱作地膜小麦-玉米带田一膜两用技术热效应显著,可提高地温 $2-6^{\circ}\text{C}$,保证了小麦安全越冬,促进了作物早发;热资源利用率高达0.977,比单作提高了25%—40%;变作物一年一熟为一年两熟,亩产可达到440—610kg,比单作增产20%—80%。

关键词: 旱田地膜 热效应 增产

为了挖掘气候生产潜力,提高资源效能,变作物一年一熟为一年两熟,发展立体高效农业,我们于1990—1993年,在陇东黄土高原的董志塬旱作区,应用地膜覆盖农田的增温保墒效应和带田的调水及边际效应,开展了旱作地膜小麦-玉米带田一膜两用技术试验示范,取得了良好的效果。地膜带田“一膜两用”是指在小麦播种或停止生长时给麦带覆膜,翌年小麦返青时,将麦带地膜揭下覆于玉米带,使一张地膜两次利用。

对于地膜覆盖农田的增温效应,国内外研究很多,并取得一定的成果。但对旱作带田的热效应研究尚不多见,本文是一次尝试。

1 试验概况

根据1990—1993年在西峰农业气象试验站的实地试验观测资料进行分析探讨。试验采用随机区组设计,4因素4重复。第一因素是带田(s_1, s_2, s_3, s_4)与单种(s_5, s_6, s_7, s_8);第二因素是地膜覆盖(s_1, s_3, s_4)与不覆盖(s_2, s_5, s_6, s_7);第三因素是地膜早覆(s_2, s_4)与晚覆(s_1);第四因素是播期为适播(s_1, s_2)与晚播(s_3, s_4),详见表1。

表1 小麦-玉米地膜带田田间试验设计表
(1990—1991年)

处理 代号	种植 型式	播期/日/月		覆膜时间/日/月		重复 次数
		小麦	玉米	小麦	玉米	
s_1	小麦-玉米	25/9	25/4	3/12	19/3	4
s_2	小麦-玉米	25/9	25/4		19/3	4
s_3	小麦-玉米	12/10	25/4	12/10	19/3	4
s_4	小麦-玉米	25/10	25/4	25/10	19/3	4
s_5	小麦	25/9				1
s_6	小麦	12/10				1
s_7	小麦	25/10				1
s_8	玉米		25/4		25/4	1

带长14.5m,带宽0.65—0.70m;垅高5—10cm。每小区小麦、玉米各4带,面积0.12亩,单作大田0.1—1.2亩。供试品种小麦为长武131,玉米为中单2号。耕作措施和管理同大田。

2 热效应分析

2.1 地膜带田改善了地段的热状况

旱作地膜带田的热状况,可用作物地面热量平衡方程来表示:

$$R = LE + P + Q$$

式中, R 为地面辐射平衡; LE 为土壤蒸发耗热; P 为地面和作物之间乱流交换; Q 为土壤

热交换。

据研究分析^[1],半透明塑料地膜地段土壤蒸发量 $E=0$,故土壤蒸发耗热 $LE=0$; P 、 Q 值大于或接近不覆膜地段的相应值。因此给农田覆膜等于创造了一个“温室”条件,其增温保温效果相当明显。1990—1993年,多次在地膜带和对照田选择不同天气类型,进行了土壤温度的观测(表略)。观测资料表明,地膜覆盖农田有效地贮存了太阳辐射能,明显地提高了土壤温度。但其增温保温效果随着天气类型、土壤深度的不同而有差异。以晴天增温最显著,平均可达 $5-8^{\circ}\text{C}$;阴雨天较小,平均为 $1.0-2.0^{\circ}\text{C}$;以地面 0cm 增温幅度最大,晴天中午达 $15-17^{\circ}\text{C}$, 10cm 为 $5-7^{\circ}\text{C}$ 。晴天土壤上下层温度梯度大, $5-10\text{cm}$ 温度梯度差为 $1.5-2.0^{\circ}\text{C}$;阴雨天相对较小,为 $0.5-1.0^{\circ}\text{C}$ 。一天内不同时刻,地膜带田和地膜单作田的温度效应具有明显的时间差异,白天是随着日间太阳高度角的增加,增

温值及其水平差异迅速增大。夜间随着土壤温度的下降,增温值及其水平差异逐渐减少。地膜带田比地膜单作田日较差大,且越在表层日较差越大。晴天达 $8-10^{\circ}\text{C}$,云天 $5-8^{\circ}\text{C}$,阴雨天 $1-2^{\circ}\text{C}$ 。

旱作带田改变了作物行间通风透光条件,扩大了农田的边际效应^[2]。由于小麦-玉米带田作物的单生与共生及株高、株型、叶型等的不同,在农田中形成了高低搭配、疏密相间的群体结构,因而影响了热量的分布。地膜带田小麦单生期,由于带间空旷,比单作小麦接受侧光多,因此其温度比单作小麦高。小麦-玉米共生期,由于小麦带的遮阴,玉米带温度偏低,而小麦带因株高,加之土壤含水量低,故其温度比单作高。小麦收获后,玉米带热量充足,温度明显高于单作(表2)。土壤温度, $0-10\text{cm}$ 晴天高 $3-4^{\circ}\text{C}$;云天高 $1-2^{\circ}\text{C}$,阴雨天高 1°C 左右。

表2 旱作带田地膜玉米和单种地膜玉米地温/ $^{\circ}\text{C}$ 比较

天气类型 土深/cm	晴 天			云 天			阴雨天		
	0	5	10	0	5	10	0	5	10
s_1	34.1	29.2	28.0	25.7	26.0	26.0	21.8	22.3	22.7
s_8	30.5	25.4	24.4	25.0	24.4	23.8	21.0	21.4	21.8
增温值	3.6	3.8	3.6	0.7	1.6	2.2	0.8	0.9	0.9

2.2 地膜覆盖促进了作物早发

促进和影响作物早发的因素很多,最主要的则是温度条件。由于覆膜地段的土壤温度比对照地段高,热状况好,故覆膜的冬小麦发育期不仅在覆膜时比对照地段提前,而且揭膜后的发育期也都普遍提前。表3是1991—1992年度晚播地膜带田小麦(s_3 为10月12日播种、 s_4 为10月25日播种,均覆膜)和对照地段(s_6 、 s_7 分别为10月12日、10月25日播种、未覆膜)冬小麦发育期的比较。从表中可以看出,同一日期播种,覆膜比不覆膜的出苗早3—5天;三叶期提早9天左右。10

月12日播种的带田地膜小麦冬前进入了分蘖普期,10月25日播种的覆膜小麦冬前开始分蘖,而对照田在冬前均未分蘖,并于12月3日停止生长进入越冬期。覆膜小麦在越冬期,叶色葱绿,随着温度的变化时长时停,基本没有停止生长。早春覆膜麦田温度回升早, 0cm 比对照田高 $5.2-7.8^{\circ}\text{C}$, 5cm 高 $1.8-6.5^{\circ}\text{C}$ (表略),于2月25日明显返青迅速生长。而对照田 s_6 和 s_7 分别于3月15日和3月20日才开始返青生长,比地膜麦田推迟18天和23天。覆膜小麦返青揭膜后,其拔节、抽穗、开花等发育期仍比对照田分别提早

7—10天、6—8天和7天左右。对于北方晚熟冬麦区来说,小麦返青后生育期提前,在适宜的生态环境条件下,延长小穗、小花分化期和

灌浆期,可使小麦发育良好,能增加穗粒数和穗粒重,获得较高的产量。

表3 地膜麦田和对照田小麦发育期/月·日

发育期	播种	出苗	三叶	分蘖	停止生长	返青	拔节	抽穗	开花	成熟
s ₈	10·12	10·19	10·29	11·8		2·25	4·19	5·16	5·24	7·7
s ₆	10·12	10·22	11·8		12·3	3·15	4·26	5·22	5·31	7·10
差值/天		3	9			18	7	6	7	3
s ₄	10·25	11·5	11·27			2·25	4·19	5·16	5·24	7·8
s ₇	10·25	11·10			12·3	3·20	4·29	5·24	6·1	7·10
差值/天		5				23	10	8	7	2

2.3 地膜覆盖保证了小麦安全越冬

冬季麦带覆膜改善了麦田土壤温度条件和生态环境,具有防冻和防风蚀作用。据1991—1993年越冬期地温观测,覆膜田比对照田初冬0cm温度高3—6℃;5cm高2—6℃;10cm高1—3℃。隆冬0cm高2—3℃,5—10cm高1—4℃。小麦越冬期地膜覆盖下的麦苗缓慢生长,且继续分蘖,安全越冬,无死苗现象,亩茎数增加了22.7%—80.8%。而未覆膜的对照田因温度低停止生长,越冬期因低温冻害,死苗率为4.3%—23.1%(表4)。

表4 地膜覆盖麦田和裸露麦田越冬期密度变化

年度	代号	停止生长/ 万茎/亩	返青/ 万茎/亩	密度增 (减)率/%
1990—1991	s ₁	50.0	90.4	80.8
	s ₅	37.6	36.0	-4.3
1991—1992	s ₁	44.0	58.6	33.2
	s ₅	52.0	40.0	-23.1
1992—1993	s ₁	22.0	27.0	22.7
	s ₅	29.6	27.2	-8.1

2.4 地膜带田提高了热资源利用率

热量资源利用率可用下式表示:

$$P_T = \frac{T_g}{\sum T(\geq 0^\circ\text{C})}$$

$$T_g = \sum_{t_0}^{t_2} T_i + \sum_{t_1}^{t_3} T_i + \dots + \sum_{t_{n-1}}^{t_{n+1}} T_i$$

式中, P_T 为热量利用率; $\sum T(\geq 0^\circ\text{C})$ 为安全生长季 $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温; T_g 为某种植形式每种作物全生育期 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温的总和; $\sum_{t_0}^{t_2} T_i$ 为第一种作物从播种(t_0)至成熟(t_2) $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温; $\sum_{t_1}^{t_3} T_i$ 为第二种作物从播种(t_1)至成熟(t_3) $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温; $\sum_{t_{n-1}}^{t_{n+1}} T_i$ 为第 n 种作物从播种至成熟 $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温。

应用上式计算西峰地区一年种一茬小麦的热量利用率为0.603;一年种一茬玉米的热量利用率为0.754。如果采用小麦-玉米带田种植形式,热量利用率可提高到0.997(带田作物共生期积温只计算一种),比单种一茬小麦热量利用率提高了39.5%,比单种一茬玉米提高了24.8%。可见旱作带田热量利用率高,延长了作物生长季,变作物一年一熟为一年两熟,使有效的热量资源得到充分的利用。

2.5 地膜带田增加了作物产量

地膜带田的节水调水增温效能,使光、热、水、土资源利用率高,作物个体发育健壮,群体结构良好,增产效果显著。经测定,适期播种,冬季覆膜的小麦-玉米地膜带田s₁3年平均亩产达到544.0kg(表5),比冬季不覆膜

的小麦-玉米带田 s_2 平均产量 506.0kg/亩增产 38kg; 比单作小麦(s_5)平均亩产 216.2kg 和单作玉米(s_7)平均亩产 396.6kg 分别增产 327.8kg 和 147.4kg, 增产幅度达 37.2%—151.6%。尤其是晚播回茬小麦, 冬季小麦带覆膜不但保墒增温, 避免了小麦越冬冻害, 而

且促进了作物早发, 平均亩产达到 230.5kg, 仅小麦一项产量不但比同期播种的单作小麦增产 53.0%, 而且比适期播种的单作正茬小麦 216.2kg/亩增产 6.6%。由此可见, 晚播回茬麦覆膜, 可达到回茬赶正茬并超过正茬, 产量成倍增加。

表5 小麦-玉米地膜带田产量统计表 单位: kg/亩

年度 处理	1990—1991			1991—1992			1992—1993			平均		
	小麦	玉米	合计	小麦	玉米	合计	小麦	玉米	合计	小麦	玉米	合计
s_1	224.3	372.2	596.5	153.5	298.4	451.9	287.6	296.1	583.7	221.8	322.2	544.0
s_2	222.2	240.2	462.4	155.9	280.6	436.5	246.2	355.0	601.2	214.1	291.9	506.0
s_3	220.1	327.4	547.5	216.8	388.2	605.0	254.5	320.4	574.9	230.5	345.3	575.8
s_4	200.4	300.2	500.6									
s_5	300.7		300.7	121.1		121.1	226.9		226.9	216.2		216.2
s_6	278.6		278.6	85.7		85.7	88.0		88.0	650.7		150.7
s_7	273.1		273.1									
s_8		413.8	413.8		402.6	402.6		373.5	373.5		396.6	396.6

3 结束语

旱作地膜带田一膜两用技术, 热效应显著。应用此技术, 对于晚播小麦和越冬冻害严重年份及干旱年份, 保护小麦安全越冬, 促进作物早发, 改变作物耕作制一年一熟为一年两熟, 提高热量利用率, 具有非常重要的生产实践意义, 在人多地少的旱塬区应予以示范

推广。

参考文献

- 1 裴步祥, 毛飞等. 黄土高原冬小麦地膜覆盖的农业气象效应研究. 气象学报, 1991, 49(4): 569—572.
- 2 董宏儒, 邓振镛. 带田农业气候资源的利用. 北京: 气象出版社, 1988年.

Exploration of the Heat-effect for One Film in Dry Farming Fields of Wheat and Corn

Qiu Huamin Wang Ningzhen Ma Nina

(Experimental Station of Agrometeorology of Xifeng, Gansu Province 745000)

Abstract

The heat efficiency of one film in dry farming fields of wheat and corn is studied. It suggests that with the application of this plastic film, the soil temperature could increase about 2—6°C thus provided a favorable condition to the growth of winter-wheat with a heat efficiency of 0.997. Compared with that of single cropping the heat efficiency has been raised by 24%—40%. And therefore one crop a year became two crop a year. Per mu yield is about 440—610kg and compared with that of single cropping it increased by 20%—80%.

Key Words: one film in dry farming fields heat effect