

# 宁南旱区春小麦覆膜穴播栽培决策研究

李梅<sup>1</sup>, 贾志宽<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 西北农林科技大学 农学系; <sup>2</sup> 西北农林科技大学 干旱中心, 陕西 杨陵 712100)

S512.120.4

5316

**[摘要]** 对宁南旱区春小麦覆膜穴播条件下土壤水分与产量的关系及技术决策进行了分析。结果表明,覆膜与露地条件下,春小麦产量与底墒之间均呈线性关系;在试验年份生育期降雨 143.0 mm 情况下覆膜增收的临界土壤墒情为 282 mm,春小麦生育期不同降雨年型(丰:  $R > 130$  mm, 平:  $70$  mm  $< R < 130$  mm, 亏:  $R < 70$  mm)覆膜增收的临界墒情为 290 mm, 290~350 mm 和大于 350 mm, 据此提出了覆膜栽培决策建议。

**[关键词]** 半干旱区; 春小麦; 覆膜穴播; 土壤水分; 技术决策

**[中图分类号]** S512.104.8 **[文献标识码]** A

宁夏南部半干旱偏旱区降水稀少,气候干燥,年降水量仅有 250~400 mm,蒸发量却高达 1 000~1 200 mm,土壤水分的大量无效蒸发以及农田水分管理不当是该区作物低产的主要原因。地膜覆盖栽培可有效抑制非生产性水分消耗,提高作物的水分利用效率,在增产增收方面效果显著。目前,地膜小麦的研究多集中于对作物产量性状、生长发育、节水效果的影响等方面<sup>[1,2]</sup>,许多应用性的技术问题,诸如覆膜增收时播前所要求的土壤最低含水量问题及一定土壤水分条件下的施肥量的确定等等还未根本解决,生产中也确有因不顾土壤墒情盲目覆膜造成春小麦大面积失败的教训。因此,研究确定不同降水年型覆膜增收的播前临界土壤底墒情况,解决该区旱地春小麦覆膜栽培的技术决策问题十分重要。

## 1 试验设计

试验于 1997~1998 年在宁夏海原国家旱农攻关试验区进行。试验采取两因素裂区设计,以底墒为主处理(A),下设 4 个水平:分别是播前 2 m 土层土壤储水量为 200 mm ( $A_1$ )、250 mm ( $A_2$ )、300 mm ( $A_3$ )、350 mm ( $A_4$ ),土壤不同水分梯度控制通过选择土壤水分较低的旱地补灌进行,补灌时间为 1997 年 11 月 20 日,补灌采用定额为 10 m<sup>3</sup>/h 的抽水泵抽水补灌;灌后覆膜,副处理(B)有覆膜( $B_1$ )、露地( $B_2$ )两个水平。试验重复 2 次,裂区面积为 300 m<sup>2</sup>。

供试小麦品种为定西 8275,地膜采用厚 0.007 mm、宽 90 cm 的聚乙烯微膜。覆膜前施尿素 75 kg/hm<sup>2</sup>,二铵 75 kg/hm<sup>2</sup>,覆膜后膜面宽 70 cm,膜距 30 cm,每幅膜面穴播 6 行,行距 12 cm,穴距 11 cm,露地采用条播,播量与覆膜处理相同。于 1998-03-15 播种,

**[收稿日期]** 1999-07-21

**[基金项目]** 国家“九五”攻关项目部分研究内容(96-004-04-07)

**[作者简介]** 李梅(1973-),女,硕士,现在广东佛山科学技术学院农学系工作,广东佛山 528000。

07-07收获,生育期降水 143 mm。

## 2 产量与底墒的关系

地膜覆盖可有效改善土壤生态环境,促进春小麦旺盛生长,显著提高产量。如表 1 所示,不同水分条件下覆膜较露地春小麦单位面积穗数、穗粒数、千粒重显著增加,产量增加 416.94~1 109.03 kg/hm<sup>2</sup>,增幅达 30.23%~45.89%;同一底墒状况,覆膜与露地春小麦耗水量差异不大,但覆膜春小麦水分利用效率显著提高,增幅达 49.53%。

表 1 不同水分条件覆膜与露地春小麦主要经济性状比较

底墒/ mm	处理	单位面积穗数/ (株·m <sup>-2</sup> )	穗粒数	千粒重/ g	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	总耗水量/ mm	水分利用效率/ (kg·mm <sup>-1</sup> ·hm <sup>-2</sup> )
200	覆膜	231	31.18	36.05	1 544.00	142.12	10.567
	露地	206	23.53	28.25	1 127.06	158.87	7.094
	增加	25	7.65	7.80	416.94	-16.75	3.473
250	覆膜	262	32.83	40.52	2 085.30	199.90	10.432
	露地	253	23.48	33.95	1 536.98	204.01	7.283
	增加	9	9.35	6.57	548.32	-4.11	3.149
300	覆膜	341	34.8	41.05	2 730.60	234.86	11.627
	露地	273	25.95	35.65	1 711.50	234.60	7.318
	增加	68	8.85	5.40	1 019.10	0.26	4.309
350	覆膜	335	36.70	38.31	3 023.55	273.92	11.038
	露地	290	27.25	34.50	1 914.52	261.64	7.312
	增加	45	9.45	3.81	1 109.03	13.28	3.721

分别对覆膜与露地两种处理播前 2 m 土层土壤含水量与其产量进行回归分析,得到如下回归方程:

$$Y_{\text{覆}} = 8.5785x - 69.48, Y_{\text{露}} = 5.3835x + 78.765$$

式中,  $Y$  为单位面积产量(kg/hm<sup>2</sup>),  $x$  为播前 2 m 土层土壤含水量(mm)。

两式相关系数分别为 0.899 6、0.937 3。

$F$  检验达到 0.01 显著水平。

从以上回归方程可见,在试验条件下,土壤水分条件越好,覆膜的增产效益越显著。以地膜小麦物化劳动和活劳动之和较常规小麦多投入 1 200 元/hm<sup>2</sup> 计,覆膜小麦每公顷增产 750 kg 即可抵消投入增加值,以此计算的土壤底墒就是旱地春小麦覆膜栽培获得最小经济收益的播前临界土壤底墒值。从图 1 中可以看出,覆膜较露地春小麦每公顷增产 750 kg 的底墒值为 282 mm,此时覆膜春小麦产量为 2 349.71 kg/hm<sup>2</sup>,露地为 1 596.91 kg/hm<sup>2</sup>。即在大田肥力水平下,生育期有效降雨为 143.0 mm 情况下,覆膜获得最小经济收益的临界土壤墒情是 2 m 土层土壤含水量为 282 mm。

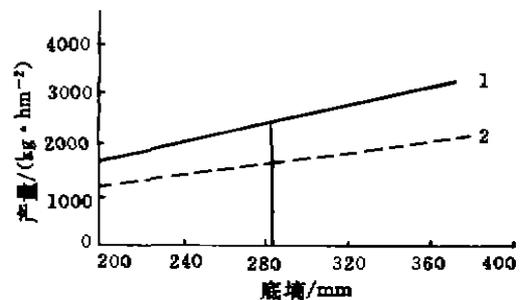


图 1 旱地春小麦产量与底墒的关系

1. 覆膜; 2. 露地

### 3 春小麦生育期降水年型的划分

旱地春小麦产量与水分的关系,一方面在一定程度上受播前底墒影响,另一方面则在很大程度上受春小麦生育期降雨的影响。根据试区 1958~1980、1991~1998 年共 31 年降水资料,以 3~6 月降水状况将春小麦生育期降水年型划分为 3 类,并统计不同降水年型出现的机率,结果如下:

①丰水年 3~6 月降雨较多,超过多年均值的 30%,即 3~6 月降雨大于 130 mm,这种年型在 31 年统计中出现 6 年,出现的概率为 18.75%。

②平水年 3~6 月降雨一般,达到均值 97.84 mm 左右,取降水为(100±30) mm 时的年型为平水年,这种年型在 31 年统计中出现 16 年,出现的概率为 50%。

③亏水年 3~6 月降雨偏少,低于平均值 30%,即 3~6 月降雨小于 70 mm,这种年型在 31 年统计中出现 9 年,出现的概率为 28.13%。

对试区 3~6 月降水量做保证率图(图 2),由图 2 可以看出,降水量达到 70 mm 的降水量保证率为 71.88%,降水量为 130 mm 的保证率为 26.01%。

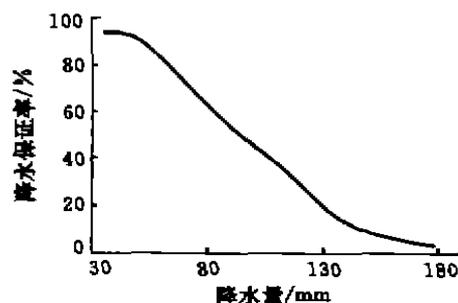


图 2 试区 3~6 月降水量保证率

### 4 播前临界底墒值的确定

从以上分析可知,覆膜可显著提高旱地春小麦的产量及水分利用效率(WUE)。但同一底墒状况覆膜与露地春小麦耗水量差异不大,方差分析表明,二者差异未达到显著水平,因此,可由 WUE 计算公式推导出一定降水条件下覆膜增收时春小麦的土壤耗水状况,进而得到不同降水年型覆膜增收时春小麦播前的临界土壤底墒情况。

$$WUE = Y / (R + W_s)$$

$$W_{临} = W_0 + W_s$$

式中, $Y$  为产量(kg/hm<sup>2</sup>); $R$  为生育期有效降雨(mm); $W_s$  为土壤供水量(mm); $W_0$  为春小麦近凋萎时的 2 m 土层水分含量(mm)。

#### ①覆膜与露地条件下旱地春小麦 WUE 的确定

a: 参考试验数据。

b: 参考大田平均水分利用效率<sup>[3,4]</sup>,一般为 5.25~9.00 kg/(mm·hm<sup>2</sup>)。

c: 半干旱区旱地春小麦生长是在水分胁迫条件下进行的,其 WUE 值随土壤水分条件的好转而增加<sup>[5,6]</sup>。由底墒与产量的关系分析可以推测,在不同降水年型,覆膜增产 750 kg/hm<sup>2</sup> 的临界土壤墒情是在较高土壤水条件下获得的,由此可取大田 WUE 均值的较高水平。

综合以上分析认为,取覆膜 WUE = 10.5 kg/(mm·hm<sup>2</sup>),露地 WUE = 7.5 kg/(mm·hm<sup>2</sup>)。

#### ② $W_0$ 值的确定

参考李永平等<sup>[4,7]</sup>对宁南山区旱地土壤储水供水特征的研究成果,设土壤有效水的 95% 被利用,可得  $W_0 = 170 \text{ mm}$ 。

$$WUE_{\text{覆}} - WUE_{\text{露}} = \Delta Y / (R + W_s)$$

$$10.5 - 7.5 = 750 / (R + W_s)$$

得

$$R + W_s = 250$$

$$W_s = 250 - R$$

$$W_{\text{临}} = W_0 + 250 - R$$

取  $R < 70 \text{ mm}$ , 则  $W_s > 180 \text{ mm}$ , 即在亏水年覆膜每公顷增产 750 kg 的土壤最低供水为 180 mm, 而要提供 180 mm 土壤耗水的最低土壤含水量为  $W_{\text{临}} = W_0 + W_s = 350 \text{ mm}$ , 即在亏水年, 覆膜要获得最小经济收益的临界土壤墒情为 350 mm; 由此类推, 可得出平水年覆膜增收的临界土壤墒情为 290~350 mm。丰水年  $R > 130 \text{ mm}$ , 则  $W_s$  的最高限为 120 mm, 要提供土壤耗水 120 mm 的最低土壤底墒为 290 mm。

即: 丰水年  $R > 130 \text{ mm}$   $W_{\text{临}} = 290 \text{ mm}$  左右

平水年  $70 \text{ mm} \leq R \leq 130 \text{ mm}$   $W_{\text{临}} = 290 \sim 350 \text{ mm}$

亏水年  $R < 70 \text{ mm}$   $W_{\text{临}} > 350 \text{ mm}$

蒋骏等<sup>[8]</sup>1997 年(3~6 月降雨 45.5 mm, 属亏水年)于试区实施旱地春小麦秋覆膜春穴播试验得出的结论与本文理论推导的亏水年、低肥条件下覆膜增收的临界土壤墒情最低为 350 mm 基本相符。本试验所得结论: 3~6 月降雨 143.0 mm 及大田肥力条件下, 覆膜增收的临界土壤墒情为 282 mm, 也与理论推导丰水年  $W_{\text{临}}$  为 290 mm 左右相符。

## 5 旱地春小麦覆膜栽培技术决策建议

依据上述分析, 在半干旱区进行春小麦覆膜栽培须注意以下问题: (1) 播前 2 m 土层土壤水分含量高低是旱地春小麦能否进行覆膜栽培的前提。当土壤水分含量达到 350 mm 左右, 即使小麦生育期 3~6 月降雨较少(少于常年降水量的 30%), 覆膜增收的机率仍可达到 70% 以上, 建议实施覆膜栽培; 当水分含量低于 350 mm, 则覆膜栽培的风险性增大, 应结合小麦生育期降雨预报慎重安排。(2) 半干旱区冬季 11 月至翌年 2 月降水量较少, 降水量不足全年降水的 5%, 冬季温度虽低但多大风, 使得土壤的蒸发损失仍很大。建议将覆膜时间由春季提前到头年秋末, 可减少冬季土壤水分无谓损失 50 mm 左右。

## 6 结 论

1) 半干旱区春小麦产量与底墒呈线型关系, 同一底墒覆膜较露地春小麦产量显著提高, 且随底墒的增加, 覆膜与露地春小麦产量差异增大, 试验年份生育期(3~6 月)有效降雨为 143.0 mm 情况下, 覆膜增产 750 kg/hm<sup>2</sup> 的临界土壤墒情是 2 m 土层土壤含水量为 282 mm。

2) 通过参阅有关资料并结合试验与大田调查结果, 确定旱地春小麦覆膜与露地处理的水分利用效率分别为 10.5 和 7.5 kg/(mm·hm<sup>2</sup>), 春小麦接近凋萎时的 2 m 土层土壤含水量为 170 mm。利用水分利用效率公式推导出低肥条件下不同降水年型覆膜增收的临界土壤墒情: 丰( $R_{3-6\text{月}} > 130 \text{ mm}$ )、平( $70 \text{ mm} \leq R_{3-6\text{月}} \leq 130 \text{ mm}$ )、亏( $R_{3-6\text{月}} < 70$

mm)水年的  $W_{\text{临}}$  分别为 290 mm, 290~350 mm 和大于 350 mm。

3) 半干旱区旱地春小麦覆膜穴播栽培技术的实施和应用应充分注意底墒状况: 当播前 2 m 土层土壤含水量达到 350 mm 时, 则可实施覆膜栽培; 覆膜应尽量选用歇茬地以增大覆膜增收的机率; 覆膜时间由春季提前到头年秋末, 可减少冬季水分的无效损失 50 mm 左右, 从而可有效保证覆膜栽培的成功。

#### [参考文献]

- [1] 史志成. 陕西省玉米小麦地膜覆盖栽培技术的应用与推广[J]. 西北农业大学学报, 1998, 25(6): 75-79.
- [2] 王俊鹏, 马林, 蒋骏, 等. 宁南半干旱地区农田微集水种植技术研究[J]. 西北农业大学学报, 1999, 26(3): 22-27.
- [3] 韩仕峰, 史竹叶, 徐建荣. 宁南半干旱地区主要作物土壤水分利用效率[J]. 水土保持研究, 1996, (1): 112-117.
- [4] 李永平, 景继海. 宁南山区旱地农田储水状况与主要作物生产力关系的探讨[J]. 干旱地区农业研究, 1988, (2): 37-45.
- [5] 胡芬, 赵聚宝. 土壤水分对冬小麦干物质积累和水分利用效率的影响[J]. 中国农业气象, 1994, (2): 27-31.
- [6] 王晨阳. 土壤水分胁迫对小麦形态及生理影响的研究[J]. 河南农业大学学报, 1992, (1): .
- [7] 李永平, 兰占恩. 固原黄土区土壤水分运动规律的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1985, (2): 27-34.
- [8] 蒋骏, 王俊鹏, 贾志宽. 宁南旱地春小麦地膜覆盖栽培试验初报[J]. 干旱地区农业研究, 1998, (1): 36-40.

## Cultivation technique decision on plastic mulching and hole sowing of dryland spring wheat in arid areas of South Ningxia

LI Mei<sup>1</sup>, JIA Zhi-kuang<sup>2</sup>

(1 Department of Agronomy, 2 Research Center of Arid and Semi-Arid Areas, Northwest Science and  
Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The relation between soil moisture and spring wheat yield and the technique strategy on plastic film covering and hole seeding is analyzed in this paper. In the condition of covered and exposed treatment, regressive analysis on the relation between spring wheat yield and basis soil moisture shows both are linear. Further analysis shows that, in the condition of film mulching, the critical content of soil moisture which can result in income increasing is 282 mm in the test year. The different critical contents of different precipitation from March to June (plenty;  $R > 130$  mm, normal  $70 \text{ mm} \leq R \leq 130$  mm, shortage;  $R < 70$  mm) are 290, 290-350 and over 350 mm, respectively. Cultural decision is made in accordance with these basic conclusions.

**Key words:** semiarid area; spring wheat; plastic mulching and hole sowing; soil moisture content