

渭北旱塬地膜小麦栽培技术体系研究^{*}

任广鑫, 杨改河, 张正茂, 聂俊锋

(西北农林科技大学 干旱半干旱农业研究中心, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 对渭北旱塬地膜小麦的品种、播期、密度和施肥方式进行了研究。结果表明, 旱地地膜小麦应选用耐寒耐旱、分蘖力强、大穗大粒、冬性或半冬性的中矮秆或矮秆品种; 播期应该与露地同期或稍偏晚, 最佳播期为09-25~09-27; 播量以240~255万粒/hm²最佳; 等量的氮肥分施与否不影响产量。全生育期的耗水量为370.7~391.3mm, 水分利用效率达10.35~13.63kg/(mm·hm²), 均高于露地条播, 不同处理间的日均耗水量差异很小, 但水分利用效率差异较大, 水分利用效率最大时的农艺措施, 所获得的产量也最高。

[关键词] 地膜小麦; 栽培技术; 渭北旱塬

[中图分类号] S512.1+10.48

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)02-0027-05

地膜小麦超常规的增产作用, 是明显的保墒增温作用影响了小麦的生长环境, 这是粮食生产上一项突破性的增产技术。地膜小麦通过几年的示范推广, 虽然取得了显著的经济效益和社会效益^[1~8], 但也存在一系列的问题, 如在品种上大部分地区采用原当地露地品种; 在栽培技术上如播量、播期、施肥方式、病虫害防治等沿用露地小麦的栽培方法。因而在很大程度上严重影响了地膜小麦面积的进一步推广和产量的提高。本研究针对旱地冬小麦地膜覆盖栽培技术中存在的问题, 通过多年研究, 提出了渭北旱塬东部条件下地膜小麦的技术决策, 对完善地膜小麦栽培技术体系, 促进该区及其相似区的地膜小麦生产具有现实的指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在渭北旱塬东部的陕西省澄城县西北农林科技大学干旱半干旱农业研究中心澄城试区。试区地处渭北二级黄土台塬, 海拔870m, 土壤为黄土, 质地中壤, 土地平整, 肥力均匀, 土层深厚, 试验地耕层有机质8.7g/kg, 全氮0.48g/kg, 全磷0.19g/kg, 钾7.56g/kg, 锌61.3mg/kg, 锰530g/kg。光能资源丰富, 年均气温11.9℃; 降水偏少, 年均511.2mm, 降水变率大, 年平均湿润指数为0.61; 主要自然灾害是干旱持续时间长, 出现最多的是冬春连旱和春夏连旱。

试验于1998~2000年进行。试验年度的1998~1999年冬小麦生产年度降水量为520.3mm, 其中夏闲期降水达352.8mm, 生育期降水167.5mm, 与常年相当, 但降水很不正常。特别是从1998-10~1999-03长达150d以上的高温、干旱, 加之小麦生育后期的阴雨、低温与寡照, 对小麦分蘖成穗和灌浆造成严重影响。1999~2000年冬小麦的生产年度降水量为445.1mm, 其中夏闲期降水达284.1mm, 生育期降水161.0mm, 整个生产年度虽然降水量少, 但分布比较均匀, 有利于地膜小麦的生长和发育。

1.2 试验方法

试验1: 播期、品种、密度试验。于1998~1999年度进行, 前茬小麦夏闲, 播前施尿素300kg/hm², 过磷酸钙750kg/hm², 结合整地一次施入。试验采用再裂区设计, 以播期(A)为主区, 分别为09-18(A₁), 09-22(A₂), 09-26(A₃), 09-30(A₄), 10-04(A₅), 10-08(A₆), 间距为4d; 以品种(B)为副区, 有晋麦47(B₁), 晋麦54(B₂), 临丰116(B₃), 陕229(B₄), 石86-1(B₅), 西农1043(B₆); 以密度为副副区, 依次为每公顷90万(C₁), 120万(C₂), 150万(C₃), 180万(C₄), 210万(C₅), 240万粒(C₆), 小区面积为1.8m×2m(3.6m²), 随机排列, 重复3次。试验采用起垄覆膜侧种植方式: 按60cm一带, 垄沟宽各30cm, 垄高8~10cm, 垄上覆盖地膜, 地膜宽40cm, 垄的两侧各播种1行小麦, 宽行36cm, 窄

^{*} [收稿日期] 2001-06-27

[基金项目] 国家“九五”旱农业科技攻关项目(95-004-04-05); 农业部丰收计划项目(99-6-1-02-04-01)

[作者简介] 任广鑫(1969-), 男, 甘肃镇原人, 助理研究员, 硕士, 主要从事旱地农业研究。

行 24 cm, 播深 3~4 cm。起垄覆膜后不同播期人工开沟播种。收获后计实产并取样考种。

试验 2: 品种、密度、施肥方式试验。在上年试验 1 的基础上, 对表现好的品种进一步研究及探寻追肥是否必要可行。试验采用 $L_9(3^4)$ 正交排列设计, 重复 3 次。供试品种为晋麦 47 (D_1), 西农 1043 (D_2), 长武 134 (D_3)。密度为 210 万粒/ hm^2 (E_1), 255 万粒/ hm^2 (E_2), 300 万粒/ hm^2 (E_3)。施肥 136.5 kg/ hm^2 纯 N, 109.5 kg/ hm^2 的 P_2O_5 及 109.5 kg/ hm^2 的 K_2O , 磷、钾肥结合播前整地一次施入, 氮肥按一次性底肥 (F_1); 85% 底肥, 15% 追肥 (F_2); 70% 底肥, 30% 追肥 (F_3)。栽培模式同上, 人工覆膜, 开沟点播, 小区面积为 2.4 m $\times$ 3 m (7.2 m^2)。记载生育期、二叶一心期、分蘖期、越冬期、拔节期相

表 1 不同品种和密度间的多重比较

Table 1 Comparison between different varieties and densities

品种 Varieties	产量/(kg $\cdot$ hm^{-2}) Yield	密度/(万粒 $\cdot$ hm^{-2}) Density	产量/(kg $\cdot$ hm^{-2}) Yield
晋麦 47 (B_1) Jinmai 47	2 373.0 aAB	90 (C_1)	1 890.5 dD
晋麦 54 (B_2) Jinmai 54	2 407.7 aAB	120 (C_2)	2 026.2 cCD
临丰 116 (B_3) Linfeng 116	1 455.2 dD	150 (C_3)	2 110.8 bcC
陕 229 (B_4) Shaan 229	2 081.1 bC	180 (C_4)	2 198.3 bBC
石 86-1 (B_5) Shi 86-1	2 182.2 bBC	210 (C_5)	2 330.0 aAB
西农 1043 (B_6) Xinong 1043	2 501.3 aA	240 (C_6)	2 444.7 aA

通过对品种间的多重比较, 在 0.05 水平上, 品种西农 1043、晋麦 54、晋麦 47 明显优于石 86-1、陕 229 和临丰 116; 品种石 86-1、陕 229 明显优于临丰 116, 品种临丰 116 产量最低, 不适宜在该区种植, 陕 229 和石 86-1 也不宜种植, 至少在干旱年份不能在地膜小麦上选用。西农 1043 和晋麦 54 产量比对照晋麦 47 (当地主栽品种) 分别高 5.4% 和 1.5%, 可以大面积示范推广。可见西农 1043 最好, 其余依次为晋麦 54、晋麦 47、石 86-1、陕 229 和临丰 116, 后 3 个品种不宜在当地种植。说明地膜小麦的品种应选择耐寒耐旱、分蘖力强、成穗率高、高产稳产品质好、中早熟、大穗大粒、有增产潜力的冬性或半冬性品种的中矮秆或矮秆品种。

通过对密度的多重比较分析 (表 1) 得出: 在 0.05 水平上, C_6 、 C_5 明显优于其他处理, C_2 、 C_3 也明显优于 C_1 、 C_3 和 C_4 之间差异不显著, C_3 和 C_2 之间差异也不显著。 C_1 (播量 90 万粒/ hm^2) 的产量最低, C_6 即播量 240 万粒/ hm^2 时 (相当于 962 kg/ hm^2 的播量) 产量最高, 且随着播量的递减, 地膜小麦的产量呈下降趋势, 说明地膜小麦的播量与露地小麦相比不能减少太多, 本试验条件下播量应选用

应调查基本苗、总茎数、分蘖数、根茎鲜重和干重。土壤水分测定: 在不同生育时期采用土钻法进行, 取土深度 0~200 cm, 每 20 cm 取 1 个样, 分别计算出不同土层的土壤含水量, 进而求出 0~200 cm 土层中的贮水量和各生育时段的耗水量。

2 结果与分析

2.1 播期、品种、密度对产量的影响

对试验结果进行方差分析及多重比较结果 (表 1) 表明, 区组间差异不显著, 说明地力对试验结果的影响不显著; A 处理 (不同播期) 对产量影响的差异不显著; 品种和密度对产量的影响达极显著水平。它们交互作用的差异也不显著。

240 万粒/ hm^2 为宜。

播期对产量的影响较为复杂, 主要在于播种太早或太晚, 产量会明显降低, 从 09-18~10-08, 产量趋势呈现中间高两头低 (图 1)。由图 1 可以看出, 播期不能拉得太长, 因为旱地土壤墒情是决定播期的主要限制因素。地膜小麦和露地小麦一样, 在适当的播期内, 有好的墒情就播种, 不要人为的推迟播期, 想完全通过地膜的增温来满足小麦的冬前积温是不可取的。通过产量曲线趋势分析得出, 该降水年型下的最佳播期为 09-25~09-27, 准最佳播期为 09-23~10-01。

2.2 品种、密度、施肥方式对产量的影响

2.2.1 各因素对产量的影响 通过对试验产量的方差分析, 重复间、密度、施肥方式、空白列之间的差异不显著, 而品种之间的差异达极显著水平, 其中以晋麦 47 最好, 西农 1043 次之, 长武 134 最差。从正交试验的产量结果 (见表 2) 可以看出, 其主效应的大小: $R_D \gg R_e, R_E \approx R_e, R_F \ll R_e$, 因此必须搭配 D_1E_2 , R_F 不可靠, 从便于操作考虑选 F_1 , 即 $D_1E_2F_1$ 的处理组合 (小麦品种用晋麦 47, 255 万粒/ hm^2 播量, 氮磷钾肥一次性作为底肥施入)。

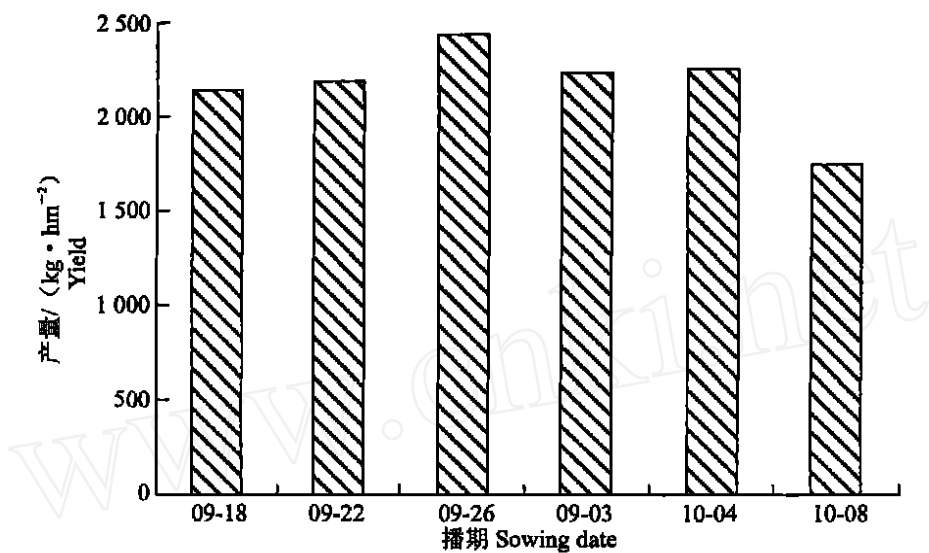


图 1 产量的播期效益

Fig 1 Effect of sow ing date on yield

表 2 产量结果的正交分析

Table 2 O rthogonal analysis of yield

处理 T reatments	品种(D) V ariety (1)	密度(E) D ensity (2)	施肥方式(F) F ertilizer applica- tion methods (3)	空白 Blank (4)	产量/(kg · hm ^{- 2}) Yield
1	1	1	1	1	5 272 35
2	1	2	2	2	5 143 20
3	1	3	3	3	5 054 40
4	2	1	2	3	4 271 85
5	2	2	3	1	4 754 40
6	2	3	1	2	4 251 00
7	3	1	3	2	3 948 90
8	3	2	1	3	4 398 45
9	3	3	2	1	4 193 40
K ₁	15 469 94	13 493 04	13 921 80	14 220 20	Σ= 41 287 95
K ₂	13 277 24	14 295 98	13 608 46	13 343 15	
K ₃	12 540 74	13 498 91	13 757 67	13 724 57	
k ₁	5 156 65	4 497 69	4 640 59	4 740 07	
k ₂	4 425 74	4 765 33	4 536 15	4 447 72	
k ₃	4 180 24	4 499 63	4 585 89	4 574 85	
R	976 41	267 64	104 44	292 35	

2 2 2 农艺性状的分析 不同处理的基本苗、分蘖期、越冬期、拔节期、成穗期总茎数的动态变化见表 3。由表 3 可见,总茎数随播量的加大有增加的趋势。晋麦 47 的 3 个处理(1、2 和 3),一直保持着较为合理的群体,播量大的处理在苗前期拥有较大的群体,与低播量之间的差异较大,苗后期则差距缩小,说明作物群体有较强的自我调节能力。处理 3、5 和 7,由于拔节期追施了剩余的 30% 氮肥,所以成穗率较

高,利于最终产量的提高。不同处理不同生育时期单株生物学产量的变化,处理 4 保持着较高的生物学产量,处理 2、6、9 在越冬期的生物学产量较高,而拔节期的生物学产量处于低谷,原因在于其前期群体大而消耗了大量的水分和养分。不同处理分蘖期到越冬期分蘖数成倍增加,越冬期到次年的拔节期,处理 1、5、7、8 的分蘖数增加较多,其他处理的变化较小,主要由于其冬前分蘖数较少及播量相对较小。

表 3 主要农艺性状的分析

Table 3 Analysis of main agronomic characters

处理 Treat- ments	总茎数/(万·hm ⁻²) Culm number (Ten Thousand · hm ⁻²)					单株生物学产量/(g·株 ⁻¹) Biomass No. per plant (g·plant ⁻¹)			单株分蘖数 Tillering No. per plant		
	三叶期 3 leaves	分蘖期 Tillering	越冬期 Wintering	拔节期 Jointing	成穗期 Heading	分蘖期 Tillering	越冬期 Wintering	拔节期 Jointing	分蘖期 Tillering	越冬期 Wintering	拔节期 Jointing
1	159	345	636	1 608	485	1 05	2 89	7 97	1 1	5 2	11 7
2	165	371	698	1 664	444	1 12	3 94	4 61	1 4	7 7	9 4
3	207	497	962	1 665	525	1 26	2 39	7 24	1 1	6 8	8 4
4	123	300	660	1 424	413	1 01	7 08	12 28	1 8	11 7	12 4
5	164	419	764	1 760	398	1 67	2 62	9 79	2 3	6 6	12 2
6	177	443	875	1 590	422	1 03	5 07	5 91	2 0	6 7	7 5
7	134	314	668	1 274	437	0 80	3 16	8 33	1 1	7 5	11 1
8	165	411	750	1 680	498	0 77	2 59	9 15	1 1	5 8	13 8
9	180	462	818	1 877	431	1 40	3 12	5 31	2 4	6 2	8 6

2 2 3 水分利用效率的分析 不同处理的生育期耗水量为 370.7~391.3 mm, 变异系数为 6.86%。由表 4 可以看出, 各生育时段消耗的水分总趋势是: 从越冬期到拔节期, 再到开花期所消耗的水分所占比例大于其他 3 个时段。不同处理的各生育时段的日均耗水量之间存在较大的差异, 但同一生育期各处理间的日均耗水量差值很小。拔节期到开花期、开花期到收获后的日均耗水量, 处理 1, 3, 4, 5, 8 大于其处理的全生育期日均耗水量, 其对应的水分利用效率也较高; 拔节期到开花期的日均耗水量, 处理 2, 6, 9 分别是其对应的处理生育期日均耗水量的

2.7, 2.3 和 2.5 倍, 此期其水分利用效率也较高, 处理 7 在开花后日均耗水量较多, 其产量也最低, 水分利用效率也最低。从表 4 还可以看出, 处理 1, 2, 3, 5 的耗水量、产量、水分利用效率均较高, 处理 4, 7, 8, 9 的耗水量较低, 其产量和水分利用效率也较低, 处理 6 的耗水量最大, 但产量和水分利用效率较低。通过对水分利用效率的正交试验结果的分析, 得出 R_D, R_E, R_F, R_e 的值分别为 2.22, 0.79, 0.17, 0.90, 因此选择 $D_1E_2F_1$ 能获得最大的水分利用效率, 这与获得最大产量时的农艺措施是完全一致的。

表 4 不同处理生育时段日均耗水量及水分利用效率

Table 4 Water consumption per day and WUE within different treatment period

处理 Treatment	生育时段日均耗水量/mm Water consumption per day					播前至收获后 日均耗水量/mm Water consumption per day from sowing date to harvest	产量/ (kg·hm ⁻²) Yield	水分利用 效率/ (kg·mm ⁻¹ · hm ⁻²) WUE
	播前~ 分蘖 Seedling- Tillering	分蘖~ 越冬 Tillering- Wintering	越冬~ 拔节 Wintering- Jointing	拔节~ 开花 Jointing- Flowering	开花~ 收获 Flowering- Harvesting			
1	1.25	0.82	1.24	2.54	2.81	1.55	5 272.35	13.63
2	1.17	0.72	1.12	4.15	1.25	1.54	5 143.20	13.36
3	1.82	0.24	1.43	2.83	2.58	1.53	5 054.40	13.19
4	0.40	0.31	1.48	4.56	1.61	1.53	4 271.85	11.16
5	1.54	0.77	1.22	3.17	1.81	1.54	4 754.40	12.31
6	1.38	0.88	1.24	3.59	1.35	1.57	4 251.00	10.86
7	1.72	0.45	1.09	2.46	3.36	1.53	3 948.90	10.35
8	1.12	0.53	1.45	2.38	2.88	1.49	4 398.45	11.84
9	2.21	0.46	1.13	3.75	0.78	1.48	4 193.40	11.31

3 结论与讨论

1) 本研究提出的地膜小麦并非必须晚播的观点, 与一些研究相矛盾^[3, 4, 9, 10]。本研究认为, 地膜小麦应该与露地小麦同期或稍偏晚播种, 人为的推迟播期, 想完全通过地膜的增温来满足小麦的冬前积温是不可取的。试验证明要注意墒情, 在当地露地小麦的适宜播期内, 借墒不等时, 应适当降低播量。而

大量的播期试验, 播期设置间隔太长, 一般大多为 7~10 d, 不利于细致的研究。在本试验条件下, 最佳播期为 09-25~09-27, 准最佳播期为 09-23~10-01, 露地常年在 09-25~09-30 播种。

2) 引进品种必须先试验, 以确定其适应性。通过研究分析, 旱地地膜小麦应选择耐寒耐旱、分蘖力强、成穗率高、高产稳产品质好、中早熟、大穗大粒、有增产潜力的冬性或半冬性的中矮秆或矮秆品种。

3) 播量问题也一直是争论的焦点, 本试验条件下的播量设置为每公顷 90 万~ 300 万粒, 得出以 240 万~ 255 万粒/hm² 最佳, 当地的露地条播的播量一般为 135 0~ 165 0 kg/hm², 相当于每公顷 337. 5 万~ 412. 5 万粒, 即地膜小麦的播量为常规露地的 58%~ 71%, 这与许多结论是一致的^[3, 4, 9]。

4) 地膜小麦容易造成后期脱肥早衰, 本研究认为, 等量氮肥分施与否(磷钾肥全部底施), 基本不影响地膜小麦的产量, 可见应该实行“一炮轰”施肥法。

为了防止地膜小麦生育后期的早衰, 应在生育中后期结合“一喷三防”, 加入叶面肥, 可以明显提高产量。

5) 地膜小麦全生育期的耗水量为 370. 7~ 391. 3 mm, 较露地条播小麦偏高。水分利用效率也大幅度升高到 10. 35~ 13. 63 kg/(mm · hm²), 而露地条播一般为 8. 4~ 11. 7 kg/(mm · hm²)。对水分利用效率的正交结果分析认为, 最大水分利用效率时的农艺措施为 D₁E₂F₁, 此时的产量也最高。

[参考文献]

- [1] 张保军, 郭立宏. 浅谈我国地膜小麦的理论与实践应用[J]. 水土保持研究, 2000, 7(1): 54- 58
- [2] 史志诚. 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, 26(6): 75- 79
- [3] 全国农业技术推广服务中心, 全国农牧渔业丰收计划办公室, 中国农用塑料应用技术学会. 小麦全生育期地膜覆盖栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [4] 陕西省农业厅, 陕西省科学技术委员会, 陕西省农业发展办公室, 等. 地膜小麦高产栽培技术[M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1999
- [5] 李守谦, 兰念军. 地膜小麦研究成效及进展[J]. 甘肃农业科技, 1995, (5): 1- 3
- [6] LI Fengmin, GUO An-hong, WEI Hong, et al. Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat[J]. Field Crops Research, 1999, 63(1): 79- 86
- [7] SONG Shang-you, FAN Ting-lu, WANG Yong, et al. Comprehensive sustainable development of dryland agriculture in northwest China [J]. Journal of Sustainable Agriculture, 1997, 9(4): 67- 84
- [8] Waggoner P E, Miller P M, De Roo H C. Plastic mulching: principles and benefits[EB]. New Haven: Connecticut Agricultural Experiment Station, 1996. 44
- [9] 韩思明, 李 岗, 王虎全, 等. 渭北旱塬冬小麦全程地膜覆盖超高产栽培技术研究[J]. 麦类作物, 1998, 18(7): 8- 12
- [10] 崔欢虎, 张松令, 张鸿杰, 等. 半干旱地区冬小麦地膜覆盖穴播技术研究[J]. 山西农业科学, 1997, 25(1): 10- 14

Study on cultivation technique system for winter wheat with plastic film mulching in Weibei Dryland

REN Guang-xin, YANG Gai-he, ZHANG Zheng-mao, NIE Jun-feng

(Arid and Semiarid Area Research Center, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The experiment on sowing date, varieties, planting density and fertilizer application methods on film mulched wheat (FMW) shows: The variety fit for FMW in dryland should have the following major characters, such as the strong cold and drought tolerance, the high tillering ability, big spike and grain, winteriness or semiwinteriness and dwarf or semidwarf stem. The appropriate sowing period of FMW should be at the same time or a little later than the control. The optimum sowing date is from Sep. 25 to Sep. 27; the optimum sowing quantity is 2.40 to 2.55 million grains per hectare. It is insignificant in wheat yield whether divide nitrogen fertilizer or not. The amount of water consumption ranges from 370.7 mm to 391.3 mm in FMW growing period. The water utilizing efficiency (WUE) amounts to 10.35 to 13.63 kg/(mm · hm²), which is higher than that of the conventional cultivation. The difference of water consumption per day with different treatments is smaller, but the WUE is larger. The highest yield appears in the treatment with the largest WUE.

Key words: film mulched wheat; cultivation technology; Weibei dryland