

地膜小麦与套种的增产和减沙效益研究

刘秉正¹ 刘世海¹ 吕俊杰² 范文波¹
(1 西北农林科技大学 陕西杨陵 712100; 2 国家林业局西北林业勘察院 西安 710048)

摘 要: 通过三年试验,渭北地区种植地膜小麦一般增产 16.2%~22.6%,若套种秋作(马铃薯),增产幅度达 58.7%。地膜小麦的增收效益显著,分别达 6 281 元/hm² 和 10 456.7 元/hm²。地膜小麦起垄耕作,或套种秋作起垄管理,水土保持效益明显。仅起垄种植可减沙 28.3%,起垄留残茬减沙 54.6%,起垄套种马铃薯减沙 86.5% 以上。建议在渭北地区推广地膜小麦与套种秋作,对实施“山川秀美”工程和农民脱贫致富均有重要意义。
关键词: 渭北地区 地膜小麦 套种
中图分类号: S 512.1048 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005- 3409(2000) 01- 0042- 04

The Reaserch of Increasing Production and Reducing Erode of
Plastic-sheet-covered Wheat and Inter-plant

LIU Bing-zheng¹ LIU Shi-hai¹ LU Jun-jie² FAN Wen-bo¹
(¹ Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry Yangling Shaanxi 712100
² Northwest Forestry Exploring Institute of Chinese Forestry Bureau Xi'an Shaanxi 710048)

Abstract According to three year's experiment in Weibei areas, it generally shows that plaslic-sheet-covered wheat's production increase from 16.2% to 22.6%, while inter-plant autumn crop's production (for example potato) can increase 58.7%. Plastic-sheet-covered wheat contributes to the increase of beneficial result so greatly that the income reach 6 281 Yuan per hm² and 10 456.7 Yuan per hm². Plastic-sheet-covered wheat ridge tillage or inter-plant autumn crop ridge tillage is significant to soil and water conservation. Ridge tillage can reduce erode materials 28.3%; ridge tillage stubble field reduce erode materials 54.6%; ridge tillage potato reduce erode materials more than 86.5%. It has significant meaning in carrying out “mountain and plain elegance” project and lifting peasants from poverty for spreading plastic-sheet-covered wheat and inter-plant autumn crop in Weibei areas.

Key words Weibei areas plastic-sheet-covered wheat inter-plant

黄土高原光、热资源丰富,全年辐射量 649 kJ/cm²,日照时数达 3 000~3 300 h^[1]。但大陆性气候明显,年降水量从东南 650 mm 向西北 300 mm 下降,暴雨频繁,造成极严重的水土流失,土壤侵蚀模数达 5 000~30 000 t/(km²·a)^[2]。坡耕地干旱缺水与水土流失,导致生态环境恶化和经济发展缓慢。

在世界干旱和半干旱地区,多依靠自然降水从事农业生产,即雨养农业(Rainfed farming)。为提高水资源利用率,我国 50 年代后就大力推广多种水土保持耕作法^[2],如水平沟耕作、带状间作、深松少耕、

覆盖耕作及节水灌溉等技术,其中地膜覆盖技术已从玉米秋作、经济作物,向小麦转移,冬小麦种植区正在北移扩大。去年陕西省种植地膜小麦已超过 20 万 hm²。

地膜小麦在干旱半干旱区增产效益十分显著,一般提高产量 35%~57.1%^[3,4]。在黄土高原南部降水较多的半湿润区,实施地膜小麦全程覆盖,或间作套种秋作物,以最大发挥资源潜势、蓄水保土,已成为共同关注的问题。基于此,本项目研究了地膜小麦与套种的增产、减沙效益,为贯彻江总书记“山川

* 收稿日期: 2000- 01- 01
国家“九五”重点科技攻关计划项目,编号为 96- 004- 05- 07。

秀美^{*}作出贡献。

1 研究区域土壤及方法

1.1 区域土壤

研究区位于黄土高原南部淳化县,属黄土残塬沟壑区。年平均气温 9.8℃,10 月活动积温 3 280℃,其中 7~9 月占 57.2%,多年平均降水量为

表 1 试验地黄土地(0~20 cm)土壤理化性质

机械组成/%						养分含量		
> 0.25 mm	0.25~0.05 mm	0.05~0.01 mm	0.01~0.005 mm	0.005~0.001 mm	< 0.001 mm	有机质/ %	全 N/ %	速效 P/ ×10 ⁻⁶
0.01	12.86	38.85	10.45	11.66	26.17	1.031	0.071	5.820

1.2 试验研究方法

试验从 1996 年 9 月起,1999 年 10 月结束,历时 3 年。

1.2.1 试验设置及种植 试验地为 8 坡耕地,面积 5 m×10 m 或 5 m×20 m,设置径流、泥沙控制监测装置。四种处理包括:旱种地膜小麦(与正常播期同),起垄覆膜,收割后留残茬;晚种地膜小麦(晚种 15 d),其它处理同前;对照留残茬,正常条播,收后留残茬;对照耕翻,正常条播,收后翻耕与传统耕作一致。

地膜小麦采用人工水平种植,覆膜宽 1.0 m,点种小麦 6 行,再留空白带 0.3 m,春季套种马铃薯、甘薯秋作物,人工起垄管理。四种处理播前统一整地,并一次施肥,当地称“一炮轰”,播种量地膜小麦比对照条播小麦少 1/4~1/5。

1.2.2 观测项目及方法 生物量及生长观测,是在试验地上、中、下设三个 1 m² 样点,分别按生长季节调查出苗、分蘖、株高等特征,全部收获麦粒及麦秸,晒干称重。

径流、泥沙、降水观测,采用收集装置,每次量

600.6 mm,7~9 月集中 52.7%,蒸发量高于降水量,干燥度 1.36。塬面起伏,沟壑纵横,水土流失严重,侵蚀模数为 4 000~5 000 t/(km²·a)。

试验地设在城东泥河流域,调查区在城西润镇塬。试验地为多年耕作的黄土地,据测定其理化特征见表 1。

积、取样、分析计算,分别得不同处理年总数量,换算至单位面积上。

样品采集与分析,土样分层多点采集,混合后分析,水样收集先冷冻,待采样结束后,一并分析泥沙中氮和作物中氮,用凯氏法测全量,径流中氮分别用酚二磺酸比色法和钠氏试剂比色法,测定 NO₃⁻ 和 NH₄⁺,加总得全氮。

2 地膜小麦增产效益及分析

2.1 增产效益

地膜小麦与无膜的对照小麦相比,增产效益明显,三年试验,增产率 16.2%~22.6%,平均为 19.3%(见表 2)。若计入套种的秋作(马铃薯)产量,单产可达 5 704.8 kg/hm²(秋作 5 kg 折 1 kg 小麦),较无膜一季小麦 3 595.7 kg/hm² 增产 58.7%。调查润镇农场及周围农户平地地膜小麦(1997~1998 年度)单产 4 499.2~5 350.0 kg/hm²,比无膜小麦增产 15.38%~37.2%。

表 2 8 坡地地膜小麦增产试验对比表

试验年份	小麦品种	施肥量/kg·hm ⁻²		地膜地产量/kg·hm ⁻²		对照小麦产量/ kg·hm ⁻²	小麦增产/ %
		氮肥	磷肥	小麦	套种秋作		
1996~1997	小偃 6 号	1500	1500	4899.5	-	4095.5	19.6
1997~1998	陕 229	1000	750	4278.5	马铃薯 7300.0 甘薯 3400.0	3682.5	16.2
1998~1999	HY 8804	750	750	3689.4	马铃薯 6875.0	3009.0	22.6
平 均		1083.3	1000.0	4289.1	马铃薯 7078.5	3595.7	19.3

* 氮肥为碳酸铵,磷肥为过磷酸钙。

小麦产量决定于水、肥、品种、管理等多因素。在其它条件相对一致时,施肥量的多少决定产量的高低,本试验也证明这一点。而地膜小麦增产幅度的变

化与产量变化不一,似乎在高肥比低肥情况下,增产幅度要大些。

地膜小麦为间作套种提供了条件,两年套种表

* 摘引自吴发启博士论文“缓坡耕地降雨侵蚀与生产力分析研究(1999 年 6 月)。

明,以马铃薯为佳,产量在 7 000 kg/hm² 上下。计入秋作产量,地膜小麦地总增产幅度与施肥量成反相关。1997~1998 年度施肥水平高于 1998~1999 年度,前者增产 55.8%,后者增产 68.3%。

2.2 增收效益

地膜小麦需要投入农用地膜,根据各地经验约需 45 kg/hm²,管理相对精细用劳稍多,增加了生产投入。在不计人力投入的情况下,以 1996~1997 年(无套种)为例,对比计算了投入与产出,见表 3。表 3

表 3 1986~1987 年度地膜小麦投入、产出对比表

试验对比	投入					产出			元/hm ²	
	种子	肥料	管理	地膜	小计	小麦	麦秸	小计	净收入	产投比
地膜小麦	300.0	1380.0	940.0	360.0	2980.0	5879.4	401.6	6281.0	3301.0	2.11
对照	375.0	1380.0	940.0	0	2695.0	4914.6	300.4	5215.0	2520.0	1.94

¹ 管理包括机械耕作、种植、收碾等生产环节费用,不计人工;④种子取 2.0 元/kg,其它均为市场现价。

若考虑套种秋作,则增收效益大幅度增加。以表 2 平均数估算,地膜小麦产出高达 10 456.7 元/hm²,无覆膜小麦仅 4 565.7 元/hm²,高出 1.3 倍,净收入多 5 531.0 元/hm²。

2.3 地膜小麦增产增收机理

地膜覆盖是旱作农业增产的有效措施,这已被农学家阐明^[4,5,6],地膜小麦增产机理已开始研究。本文结合黄土高原南部特点,作简要分析:

2.3.1 地膜覆盖形成良好的生境 这种小环境有聚水增湿、防止蒸发、增温抗逆、通风等优势,因而小麦出苗整齐、生长健壮、光合作用相对旺盛,生物量产出多。

一般<10 mm 降水对作物生长意义甚小,称为无效降水。地膜小麦的覆盖改变了地表状况,使雨水落地后重新分配,相对集中在未覆盖的空带,或沿膜孔下渗,使局部实际受雨量大于 10 mm,变无效水为有效水。渭北小麦生育期此类降水约 150 mm,对增加土壤湿度有一定的意义。在干旱无雨时,一般麦地土壤水分蒸发损失大,尤其春季拔节期,日耗水 5.1 mm^[7]。覆膜小麦,形成一个不完全封闭的阻滞层,土壤水分上移受梯度影响减慢,部分水分在膜内、地表集中,形成相对湿度较大的环境。据 1997 年 4 月实测,地膜小麦 0~20 cm 表层土壤含水 9.67%,高出对照无膜小麦地 2.3 个百分点。

黄土高原南部仲春低温常造成不利的生态条件,覆膜后减少了土壤热量扩散,从而提高土壤表层温度 1.0~2.0℃,抗寒作用增强,利于小麦正常生长。

地膜小麦改变了传统小麦种植方式,留有空白带,形成疏密结构,有利于透风透光,光合作用强,作

反映了地膜小麦种植较无膜对照投入增加了 10.6%,需支付 2 980 元/hm²;地膜小麦产量高,麦秸多(实测为 8 032.4 kg/hm²),产出亦高。扣去支出,净收入 3 301.0 元/hm²,产投比达到 2.11。不覆膜对照小麦,产量低,麦秸少(仅 6 007.5 kg/hm²),产出低,净收入 2 520.0 元/hm²,收入减少 31.0%,产投比小于 2.0,即生产投资(不计人力)要占生产收入的一半多。

物生长健壮。

在上述较好的生境下,地膜小麦成穗多、穗粒多、千粒重高,增产效益显著(见表 4)。

表 4 8 地膜小麦生长及产量因数调查对比表(1999 年)

试验处理	株高/cm	密度/株·m ⁻²	穗粒数/粒·穗 ⁻¹	千粒重/g
地膜小麦	58.3	355.0	35.8	34.30
对 照	44.3	289.6	31.5	33.10

2.3.2 地膜小麦水、肥利用率高 水、肥利用效率是衡量作物经济效益的重要指标,也是作物增产的基础。研究表明^[7],一般旱作小麦水、肥利用率不高,N 素利用率为 25%~50%,水分利用率随土壤肥力增高而增大,单产从 3 000 kg/hm² 上升到 6 000 kg/hm²,水分利用率从 0.55 kg/mm 上升到 0.9 kg/mm。

前述地膜小麦的良好生境为水、肥利用率提高创造了条件。以 1996~1997 年度为例,该年生育期降水 385 mm,较多年均值高 21%。按产量算,8 无膜对照小麦水分利用率为 0.71 kg/mm;而地膜覆盖小麦为 0.85 kg/mm,高于正常值,这显然是覆膜生态功能的体现。

我们实测了作物及 2 m 深土壤 N 素含量及变化,计算出 N 素平衡表(如表 5)。可以看出,地膜小麦 N 素利用率为 45.57%,接近 N 素利用率的高限,对照小麦仅为 32.39%,相差 13 个百分点以上。

应该注意到,地膜小麦土壤贮存 N 素较丰,流失、挥发等损失较少(以下详细讨论),这就为间作套种提供了可用的营养物质;无膜对照小麦,因损失巨大,达 37.8%,土壤贮存营养减少,成为该区复种低产的重要原因。

表 5 1996 ~ 1997 年 8 坡地地膜小麦 N 素平衡对比表 kg/hm²

处 理	输入量	输 出 量					
		作物利用		土壤贮存		损 失	
		数量/ kg · hm ⁻²	占总量/ %	数量/ kg · hm ⁻²	占总量/ %	数量/ kg · hm ⁻²	占总量/ %
地膜小麦	261. 54	119. 18	45. 57	122. 63	46. 89	19. 73	7. 54
对 照	261. 54	84. 71	32. 39	79. 85	30. 53	96. 98	37. 08

2. 3. 3 间作套种 地膜小麦的带状种植, 为间作套种提高资源利用创造了条件, 这是传统耕作小麦无法比拟的。

在黄土高原南部渭北地区, 冬小麦收割后的 7、8、9 三个月, 水、热资源最丰(降水占 53. 0% , 活动积温占 63%), 但生育期短, 一般不超过 100 d。这就限制了复种作物, 只有复种豆类、荞麦之类的低产作物适应。地膜小麦一般播种推迟 15 d, 提前收割 7 d 左右, 此外空白带可套作, 保证了一般秋作生育期长的需要。

据本试验, 间作套种马铃薯, 苗期不受小麦影响, 麦收后进入生长旺盛; 9 月下旬收获, 又不影响小麦播种, 且利用了土壤养分, 减少损失, 产量稳定, 收入可观, 达 4 800 元/hm² 以上; 与小麦收入不相上下, 又为发展农村经济、多种经营、增加收入创出

新途径。

3 地膜小麦、套种的保土效益及分析

3. 1 防蚀保土效益

应该说一般平作地膜小麦, 收后耕翻, 其防蚀保土效益是有限的。但地膜小麦起垄种植, 收后留残茬, 和起垄套种秋作, 则与上述大相径庭, 减少径流和泥沙均很明显, 通称为水土保持耕作措施。

众所周知, 一个地区坡耕地的水土流失随坡度增大而增强, 在黄土高原南部地区可用 $M_s=86.76S^{1.20}$ 表述。为了阐明不同耕作措施的效益差异, 将本试验处理归并为三类, 即起垄地膜小麦留茬与起垄套种(A)、无膜小麦留茬(B) 和无膜小麦收后耕翻传统耕作(C), 三年试验成果列表 6。

表 6 8 坡地膜小麦、套种产流、产沙与效益对比表

试验处理及减水、 减沙效益		1997(1)		1998(4)		1999(2)		平均	
		产流	产沙	产流	产沙	产流	产沙	产流	产沙
处理/ m ² · km ⁻²	A	9915. 0	1222. 7	5022. 0	147. 3	1585. 7	68. 7	5507. 6	479. 6
	B	12534. 0	1706. 0	9167. 5	279. 7	2614. 4	116. 5	8105. 3	700. 7
	C	15250. 0	2693. 5	10163. 8	1070. 5	8918. 7	654. 1	11444. 2	1472. 7
效益/ %	A B	-20. 9	-28. 3	-45. 2	-47. 3	-39. 3	-41. 0	-32. 0	-31. 6
	A C	-35. 0	-54. 6	-50. 6	-86. 2	-82. 2	-89. 5	-51. 9	-67. 4

* 1997 年地膜小麦起垄, 收后留茬未套种; 1998、1999 年套种秋作起垄种植, 年后括号内数字为试验重复数

由表 6 看出, 1997 年 A 与 B 处理差异仅在于前者起垄种植, 两者同为收后留茬, 起垄留茬与无垄留茬比, 减少土壤侵蚀 28. 3% ; 起垄留茬与传统耕作比, 减少土壤侵蚀 54. 6%。1998 年和 1999 年两年 A 处理不仅起垄还有秋作覆盖, 所以保持水土效益增大; 与留茬 B 处理比, 减少土壤侵蚀 41. 0% ~ 47. 3% , 与传统耕作比, 减少 86. 5% ~ 89. 5%。就三年起垄地膜小麦平均效益来说, 比单纯留残茬减沙 31. 6% , 比传统耕作减沙 67. 4% , 相应径流的减少

也大致在同一量级。

3. 2 效益分析

坡耕地的土壤侵蚀以雨滴击溅和径流冲刷方式进行, 水土保持耕作法采用覆盖, 增加植被和增加地表糙度, 减缓径流, 增加拦蓄等正是起到防溅减冲的功能。它的直接效益机理研究很多^[2], 本文不再赘述。

我们着重研究了它的简接保肥效益和机理, 以阐明起垄地膜小麦和留茬在本区的重要性。表 7 是 1997 年实测的 N 素流失对比值。

表 7 8 坡起垄地膜小麦, 留茬 N 素流失对比表

处 理	N 素流失浓度		N 素流失量/ kg · hm ⁻²		合计/ kg · hm ⁻²
	泥沙/ %	径流/ mg · L ⁻¹	泥沙/ %	径流/ mg · L ⁻¹	
地膜小麦留茬 A	0. 070	2. 43	8. 493	0. 240	8. 733
对照留茬 B	0. 083	2. 63	14. 608	0. 330	14. 938
对照耕翻 C	0. 081	2. 46	21. 817	0. 375	22. 192

6

李世奎, 朱佳满, 周远明等. 我国苹果种植区划研究[J]. 山西果树, 1985, (4): 2 ~ 7

7

赵政阳, 付润民, 王福成. 陕西苹果品种现状、存在问题及发展对策[J]. 西北园艺, 1998, (1): 2 ~ 3

8

傅大立, 刘福权, 南淑亭等. 世界果品产业发展现状及我国对策[J]. 世界林业研究, 1997, (6): 21 ~ 27

9

刘延琳, 许明宪. 苹果无病毒无公害栽培技术[J]. 西北园艺, 1995, (1): 20 ~ 21

10

汪景彦. 苹果生产现状与发展趋势[J]. 西北园艺, 1995, (3): 43 ~ 44

11

杨洪强, 接玉玲, 冷寿慈. 无公害果品生产技术初探[J]. 中国果树, 1995, (1): 40 ~ 42

12

农业部农药检定所编. 农药残留量实用检测方法手册(第一卷)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 558 ~ 662

13

隋鹏飞, 史进元, 李文祥. 陕西省红富士苹果果园施肥调查[J]. 土壤肥料, 1995, (1): 35 ~ 37

14

王劲松, 张一鸣. 苹果套袋技术[J]. 西北园艺, 1995, (2): 23

15

郭民主. 苹果丰产优质高效配套技术(二)[J]. 西北园艺, 1995, (3): 10 ~ 11

16

[日] 小林章. 果树环境论. 曲泽洲, 冯学文译[M]. 北京: 农业出版社, 1983, 163 ~ 170

17

赵政阳, 付润民. 史联让. 对陕西苹果业持续发展几个问题的思考[J]. 西北园艺, 1997, (1): 2 ~ 3

18

张蕾, 谢晨. 日本的主要林业政策与改革[J]. 世界林业研究, 1999, 12(6): 48 ~ 54

(上接第 45 页)

由表 7 知, 在流失的泥沙与径流中 N 的浓度以留茬处理 B 最高, 以起垄种植并留茬 A 最低, 一般传统耕作居中。这显然是残茬覆盖提供了相对丰富物质缘故, 一旦起垄种植并留残茬, 会改变径流性状, 泥沙运移受阻, 致使养分浓度降低。N 素流失的总量主要决定于径流、泥沙的流失量, 明显呈现规律分布, 即起垄留茬 A 处理流失最轻, 为 8. 733 kg/hm², 留茬地 B 处理居中, 为 14. 938 kg/hm²; 传统耕作流失量最大, 为 22. 192 kg/hm², 分别是 A、B 处理的 2. 54 倍和 1. 49 倍。

结合表 6, 若地膜小麦套种秋作, 可使土壤养分损失更小。仍以表 7 中流失浓度推算, 三种处理分别流失 N 量为 3. 61 kg/hm², 6. 03 kg/hm² 和 12. 21 kg/hm², 后者是 A、B 处理的 3. 38 倍和 2. 02 倍。

4 初步结论

通过三年试验研究表明, 在黄土高原南部的渭北地区, 实施地膜小麦种植和起垄套种秋作物, 增产增收效益和水土保持效益显著。

参考文献

1

中国自然地理组. 中国气候区划[M]. 北京: 科学出版社, 1965

2

辛树帜, 蒋德麒. 中国水土保持概论[M]. 北京: 农业出版社, 1982

3

庞小明. 坡耕地地膜小麦栽培技术研究初报[J]. 水土保持研究, 1998(4)

4

梁亚超等. 地膜覆盖栽培玉米根系的研究初报[J]. 内蒙古农业科技, 1988(2)

5

肖玉珍. 地膜覆盖栽培玉米土壤中微生物变化规律研究[J]. 东北农学院学报, 1988(2)

6

张国村等. 地膜覆盖栽培技术[J]. 天津: 天津科学技术出版社, 1984

7

信乃谄, 赵聚家编. 旱地农田水分状况与调控技术[M]. 北京: 农业出版社, 1992

(1) 地膜小麦一般增产 16. 2% ~ 22. 6%, 若套种马铃薯增产可达 58. 7%。

(2) 地膜小麦投资较无膜小麦大, 但产出高, 其净收入可达 3 301. 0 元/hm², 产投比为 2. 11; 地膜小麦套种马铃薯, 净收入增加到 6 776. 7 元/hm², 产投比提高为 2. 84。

(3) 地膜小麦起垄种植、留茬, 和起垄套种马铃薯水土保持效益依次增大。单一起垄种植减沙 28. 3%, 起垄留茬减沙 54. 6%, 起垄套种马铃薯减沙 86. 5% ~ 89. 5%。

(4) 地膜小麦的上述效益, 是地膜覆盖形成的良好生境及管理共同产生的。主要集中在聚水保水、增湿抗逆、蓄肥保肥, 提高水、肥、光热资源利用率等方面。

据此, 建议在黄土高原南部半湿润地区推广地膜小麦和套种, 它所具有的生态、经济双重功能, 是全面落实江总书记“再造一个山川秀美指示”的有效措施。套种作物品种尚须继续研究, 以抗旱、高产、稳产、经济价值较高为好。