

豫西旱地不同覆盖方式对冬小麦生长发育的影响

张 洁, 吕军杰, 王育红, 李俊红, 丁志强, 姚宇卿

(洛阳农业科学研究院, 河南 洛阳 471022)

摘 要: 通过对地膜、秸秆和液膜三种覆盖栽培模式对冬小麦土壤水分动态的影响进行分析, 结果表明, 地膜覆盖能显著提高产量, 增产 8.32%, 增产效果优于秸秆覆盖和液膜覆盖; 地膜覆盖和液膜覆盖返青期有增温保墒作用, 耕层土壤含水量较对照增加 4.4% 和 3.0%; 秸秆覆盖在冬小麦的关键生育期保墒效果好, 返青期和抽穗期 0~100 cm 贮水量较对照高 15.2mm 和 9.8 mm, 前期的低温效应, 对冬小麦生长有抑制作用, 但后期表现出优势。不同覆盖可提高水分利用效率, 秸秆覆盖有利于豫西地区土壤的培肥和可持续利用。

关键词: 旱地小麦; 覆盖; 水分动态; 生长发育; 水分利用效率

中图分类号: S316; S512.1⁺¹ **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)02-0094-04

豫西 60% 以上的耕地为旱地, 旱作农业在本区占有十分重要的地位。提高现有水资源的利用率和协调水热资源利用的同步性, 使土壤环境的生产能力得到补偿和良性循环利用是旱作农业的根本出路^[1,2]。农田覆盖技术, 是减少田间蒸发、节约灌溉用水、提高水资源利用的有效农业措施之一^[3]。目前, 农业生产中广泛应用的覆盖材料为秸秆和地膜, 地膜覆盖随着农业机械化面积迅速扩大, 但不同地区不同作物其增产效果不同, 且伴随“白色污染”; 农业立体污染的加重和土壤肥力下降, 秸秆利用又受到重视。液态地膜是一种新型覆盖材料, 尚未大面积推广。旱地冬小麦覆膜栽培作为提高旱地小麦产量的主要栽培方式, 倍受重视, 但对不同覆盖模式下的水分动态及如何保证持续增产的机理研究尚不多见。本研究主要通过对三种覆盖模式的水分变化及对冬小麦生长发育的影响, 分析旱地小麦覆盖栽培增产机理和适宜的覆盖材料, 为豫西旱区粮食丰产提供科学的技术和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在洛阳农科院旱农基地 4 m×4 m 防渗精确水分池, 土壤为潮褐土, 质地重壤, 耕层容重 1.53 g/cm³, 田间持水量 23.48%, 饱和含水量 33.36%, 该区年均辐射量 491.5 kJ/cm², 年均气温 14℃, 日平均温度超过 10℃的天数约 210 d, 积温达 4 000℃, 年蒸发量 1 872.1 mm, 土壤耕层有机质 15.8 g/kg, 碱解氮(N) 62.7 mg/kg, 速效磷(P₂O₅)

10.39 mg/kg, 速效钾(K₂O) 166.0 mg/kg。1971~1999 年平均降雨量 643.4 mm, 小麦生育期平均降雨量 231.8 mm, 试验小麦生育期降雨量 125.1 mm。

1.2 试验设计

试验于 2004~2005 年进行, 共设 4 个处理: (1) 传统(不覆盖 CK); (2) 地膜覆盖 PC; (3) 秸秆覆盖 SM(粉碎后的玉米秸秆 4 500 kg/hm²); (4) 液膜覆盖 LF(传统播种, 播种后地表喷施液膜 450 kg/hm²)。随机区组设计, 3 次重复, 小麦底施复合肥(20-10-10) 750 kg/hm², 供试品种为洛旱 2 号, 与大田生产一致耩播, 播种量为 120 kg/hm²。

1.3 测定项目与方法

于播种前、收获后在各处理小麦行间分层采集 0~200 cm(20 cm 一层) 土层土样, 在返青期、抽穗期采集 0~100 cm(20 cm 一层) 土层土样共四次, 用烘干法测定土壤含水量, 并在返青期、抽穗期、收获期分别测定分蘖数、主茎叶龄、次生根、单株重、株高, 生物产量及成产三因素。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖对冬小麦产量的影响

由表 1 可见, 地膜覆盖产量最高, 较传统增产 8.32%, 秸秆覆盖次之, 增产 3.83%; 液膜增产 3.56%, 经方差分析达显著水平($F=8.70>F_{0.01}=6.22$)。从产量构成因素分析, 以地膜覆盖穗数较多, 达 651.0 万/hm², 秸秆覆盖次之。这与当年的气候和品种有关, 前期温度较高, 地膜覆盖处理发育

收稿日期: 2007-07-22
基金项目: 国家粮食丰产科技工程(2004BA520-6); 水和粮食挑战计划(2002AA6Z3311)
作者简介: 张 洁(1972-), 女, 河南洛阳人, 助理研究员, 从事土壤肥料及旱作农业研究。

较早,越冬期气温较低,持续时间长,但洛旱 2 号抗寒性较强,低温对小麦影响不大;液膜覆盖的增温效果不如地膜,但协调了小麦前期水热,对小麦有利;秸秆覆盖在小麦的整个生育期有稳温保墒的作用,

可形成理想的成产因素。覆盖能增加穗粒数,秸秆覆盖较对照多 2.4 粒。覆盖可增加单位面积穗数和穗粒数,从而提高了产量。

表 1 不同覆盖对冬小麦产量及成产因素的影响					
Table 1 The effect of different covering on yield and components of winter wheat					
处理 Treatment	成产因素 Components of yield			产量(kg/hm ²) Yield	增产率(%) Increase rate
	穗数(万/hm ²)	穗粒数(粒)	千粒重(g)		
	Ear number	Kernels per ear	TGW		
地膜覆盖 Plastic cover(PC)	651.0	30.1	33.62	6042.0* *	8.32
秸秆覆盖 Straw mulching(SM)	624.0	31.0	34.54	5793.0	3.83
液膜覆盖 Liquid film(LF)	598.5	30.0	33.45	5776.5	3.56
对照 CK	600.0	28.6	34.46	5578.5	—

注: $LS D_{0.05}=223.2\text{kg/hm}^2$; $LS D_{0.01}=337.5\text{kg/hm}^2$

2.2 不同覆盖生育期动态变化

由表 2 可以看出,返青期单株分蘖以液膜覆盖最高,秸秆覆盖最低,这与气候有关。本年度小麦播种期温度较高,小麦分蘖早,秸秆覆盖后,降低了地温,利于小麦安全越冬;液膜覆盖因是黑膜,吸收较多的热量,促进了小麦的分蘖;地膜覆盖对小麦的出

苗有影响,虽分蘖少,但大分蘖多。次生根以液膜最高,地膜次之,次生根较多有利于小麦吸收养分,能壮苗;秸秆覆盖使冬小麦根系生长高峰后移,抑制前期根系发育^[4]。主茎叶龄相差不大;苗高覆盖处理均较传统高;干重以地膜和液膜较高。

表 2 返青期不同覆盖小麦生长情况						
Table 2 The growing situation of wheat of different mulched materials in returning green stage						
处理 Treatment	单株分蘖(个/株) Tillering per plant	大分蘖(个/株) Big-tillering per plant	次生根(条/株) Secondary root per plant	主茎叶龄(片) Stem leaves	苗高 Plant height (cm)	干重(g/株) Dry matter weight (g/plant)
对照 CK	12.3	3.2	10.8	8.0	15.64	1.20
地膜覆盖 PC	12.4	4.0	13.8	8.2	19.42	1.58
秸秆覆盖 SM	11.4	2.6	9.8	7.2	17.58	1.12
液膜覆盖 LF	13.6	3.8	14.8	7.8	19.32	1.54

抽穗期(见表 3)不同覆盖可提高株高,较对照高 2~7.5 cm,增加每株穗数,较对照增加 1~1.8 穗/株,有利于干物质积累,地膜覆盖效果较好;同时也可看出,秸秆覆盖此时表现出了优势。收获期(见

表 3)株高以地膜最高,秸秆覆盖次之;穗长各处理相差不大,生物产量以地膜覆盖最高;籽茎比以液膜覆盖最低。

表 3 不同覆盖抽穗期和收获期冬小麦的生长情况							
Table 3 The growing situation of winter wheat of different mulched materials in heading and harvesting stage							
处理 Treatment	抽穗期 Heading stage			收获期 Harvesting stage			
	苗高(cm)	穗数(穗/株)	干重(克/株)	株高(cm)	穗长(cm)	籽茎比	生物产量
	Plant height	Ear number per plant	Dry matter weight (g/plant)	Plant height	Ear length	Ratio of grain and straw	Biomass (kg/hm ²)
对照 CK	72.1	3.2	8.31	64.39	6.66	1:1.27	12657.0
地膜覆盖 PC	79.6	5.0	13.9	72.99	6.65	1:1.41	14581.5
秸秆覆盖 SM	74.1	4.2	9.75	66.92	6.61	1:1.41	14029.5
液膜覆盖 LF	74.6	4.4	10.88	66.87	6.62	1:1.42	13681.5

2.3 不同覆盖各生育期土壤水分的变化及水分利用效率

返青期 0~100 cm 土层水分变化见表 4, 耕层 0~20 cm 土壤含水量覆盖处理均较对照高, 以秸秆覆盖最高, 地膜覆盖次之, 分别较对照增加 4.40% 和 3.01%, 液膜较对照高 1.70%。0~40 cm 土层不同覆盖含水量较高, 这对小麦苗期生长非常重要, 对小麦根系的发育, 返青拔节, 分蘖成穗具有重要作用^[5,6]。0~100 cm 贮水量秸秆覆盖最高, 较对照多 15.2 mm, 地膜和液膜贮水量相差不大, 分别较对照高 9.1 mm、9.7 mm。小麦苗期~返青期水分以棵间蒸发为主, 覆盖可有效防止土壤水分的无效蒸

发^[7], 地膜覆盖和液膜覆盖能提高温度, 促进小麦的发育, 消耗的水分较多, 而秸秆覆盖低温效应, 小麦发育较弱, 消耗的水分相对较少。

抽穗期小麦的根茎叶生长基本停止, 生长中心转向籽粒发育^[8], 此期是形成大穗、重粒的关键时期。旱地小麦要保证当季增产和持续丰收, 应提倡采取适当的保墒措施以满足小麦生长后期对水分的需求^[6]。不同覆盖 0~100 cm 土壤平均含水量和贮水量均较对照高, 秸秆覆盖较好, 0~100 cm 土壤平均含水量和贮水量分别较对照高 0.64% 和 9.8 mm; 液膜与对照相差不大。

表 4 不同覆盖返青期和抽穗期 0~100 cm 土壤水分状况
Table 4 0~100 cm soil moisture of different mulched materials in returning green and heading stage

土层 Soil layer (cm)	容重 Soil bulk density (g/cm ³)	返青期含水量 Returning green(%)				抽穗期含水量 Heading stage(%)			
		对照 CK	地膜 PC	秸秆 SM	液膜 LF	对照 CK	地膜 PC	秸秆 SM	液膜 LF
0~20	1.53	19.27	22.28	23.67	20.97	10.97	11.12	12.11	12.13
20~40	1.56	21.18	21.28	22.99	21.48	12.17	13.21	12.49	11.63
40~60	1.58	20.64	21.44	21.56	22.78	13.23	12.42	13.45	12.33
60~80	1.58	21.35	21.53	20.60	21.73	13.01	14.28	13.83	12.95
80~100	1.52	21.60	20.44	20.12	20.14	12.66	13.70	13.30	13.32
平均 Mean	1.55	20.81	21.39	21.79	21.42	12.41	12.95	13.04	12.47
贮水量(mm) Water storage	—	323.4	332.5	338.6	333.1	192.9	201.3	202.7	193.8

从水分利用效率(见表 5)可看出, 覆盖可提高水分利用率, 以地膜覆盖最高, 较对照高 11.53%, 秸秆覆盖增加 6.50%。秸秆覆盖可提高雨水的入渗能力, 防止雨水形成地表径流, 另外, 秸秆本身也

可对雨水有阻挡作用, 减缓雨水在地表的水流速度, 延长入渗时间, 从而提高雨水的利用效率, 在旱地农业中具有重要意义^[7]。

表 5 不同覆盖的水分利用率
Table 5 The effect of different mulched materials on the water use efficiency

处理 Treatment	产量 Yield (kg/hm ²)	播前贮水量 2m water capacity before sowing (mm)	生育期降雨量 Precipitation in growing period (mm)	收获期贮水量 2m water capacity after harvest (mm)	耗水量 Water consumption (mm)	水分利用率 WUE (kg/(hm ² ·mm))
对照 CK	5578.5			380.3	416.6	13.40
地膜小麦 PC	6042.0	671.8	125.1	392.4	404.5	14.94
秸秆覆盖 SM	5793.0			391.0	405.9	14.27
液态地膜 LF	5776.5			387.4	409.5	14.12

3 小结与讨论

地膜覆盖能显著提高产量, 较对照增产 8.32%, 增产效果优于秸秆覆盖和液膜覆盖; 地膜覆盖和液膜覆盖返青期有增温保墒作用, 秸秆覆盖在冬小麦的关键生育期保墒效果好, 由于前期的低温效应, 对

冬小麦有抑制作用, 但后期表现出优势。不同覆盖可提高水分利用效率。

目前, 我国农业持续高效发展面临巨大的危机, 如干旱缺水, 土地沙化, 环境污染等问题, 急需新技术、新产品改善传统的栽培技术^[9], 地膜具有透光性、不透气、质轻耐久等特性以及显著的增温保水和

增产早熟作用^[10],但普通地膜的抗分解特性,使其残存于土壤中或进入周围环境中很难自然降解,造成“白色污染”^[11]。地膜覆盖的增温效应,特别是暖冬,会使小麦旺长,消耗大量水分和养分^[12],不利于作物后期生长。秸秆覆盖不仅具有保水稳温的效应^[13],又实现了农业废弃物的资源化利用,更具有培肥土壤和防止水土流失的作用^[14]。液态地膜是一种新型的覆盖材料,应急性强,无环境污染^[15,16],但产品母液粘稠,必须加压才能雾化,大田配套应用技术缺乏,长期应用对土壤理化特性的影响等问题,有待进一步研究。

豫西地区位于黄土高原东南边缘,属典型的温带半湿润偏旱季风气候,主要特点是光热资源充足,降水不足。覆盖栽培以保水为目的,最好选择秸秆覆盖,有利于土壤的培肥和可持续利用。

参 考 文 献:

[1] 聂安全,赵海桢,齐宏立,等.覆盖补水施肥对旱地小麦产量的影响[J].华北农学报,2001,16(1):92—98.
[2] 李振吾,籍增顺.旱地农业可持续发展策略与技术途径[M].北京:中国科学出版社,1998.
[3] 赵印英.不同覆盖技术特点及其节水增产效果与投入产出分析[J].山西农业科学,2004,32(4):37—40.
[4] 翟军海,凌 莉,高亚军,等.补充灌溉、氮素营养与秸秆覆盖

对冬小麦生长及产量的影响研究[J].中国生态农业学报,2004,12(1):130—132.
[5] 李新平,李素俭.黄土高原旱作土壤水分动态及提高水分利用率的研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报 1997,3(1):75—79.
[6] 强 秦,曹卫贤,刘文国,等.旱地小麦不同栽培模式对土壤水分和水分生产效率的影响[J].西北植物学报,2004,24(6):1066—1071.
[7] 李全起,陈雨海,于舜章,等.灌溉条件下秸秆覆盖麦田耗水特性研究[J].水土保持学报,2005,19(2):130—132,141.
[8] 王树安.作物栽培学各论[M].北京:中国农业出版社,1995.62—63.
[9] 李法云,付宝荣,尚德隆.我国农业持续发展面临的环境问题及对策[J].辽宁大学学报,1999,26(1):78—83.
[10] 王彩绒,田霄鸿,李生秀.沟播覆膜集雨栽培对冬小麦水分利用效率及产量的影响[J].中国农业科学,2004,37(2):208—214.
[11] 赵素荣,张书荣,徐 霞,等.农膜残留污染研究[J].农业环境与发展,1998,(3):7—10.
[12] 张正茂,王虎全.渭北地膜覆盖小麦最佳种植模式及微生境效应研究[J].干旱地区农业研究,2003,21(3):55—60.
[13] 周凌云,周刘宗,徐梦雄.农田秸秆覆盖节水效应研究[J].生态农业研究,1996,4(3):49—52.
[14] 张亚丽,张兴昌,邵明安,等.秸秆覆盖对黄土坡面矿质氮素径流流失的影响[J].水土保持学报,2004,18(1):85—88.
[15] 陈保莲,王仁辉,程国香,等.乳化沥青在农业上的应用[J].石油沥青,2001,15(2):44—47.
[16] 杨青华,韩锦峰,贺德先,等.液体地膜保水效应研究[J].水土保持学报,2004,18(4):29—32.

Effects of different mulching methods on winter wheat
the growth on West of Henan dry-land

ZHANG Jie, LU Jun-jie, WANG Yu-hong, LI Jun-hong, DING Zhi-qiang, YAO Yu-qing
(Luoyang Academy of Agricultural Sciences, Luoyang, He'nan 471022, China)

Abstract: This paper analyzed effect of mulching on the growth of winter wheat and the soil water dynamics with plastic film, straw mulching and black liquid film. The results indicated that the significant effect of the plastic film on yield factors in these film, increased 8.32%. Plastic film and liquid film could increase temperature and soil moisture in returning green stage, 0~20 cm soil water content increased 4.4% and 3.0% respectively. Straw mulching increase soil moisture in key growth stage, 0~100 cm soil water storage increased 15.2 mm and 9.8 mm in returning green stage and heading stage, as the inhabited for winter wheat by low temperature efficiency in early stage, but shows better in late stage. Different mulching could increase the water use efficiency. The best choice is straw mulching, which is good for soil fertilizer and soil sustainable use.

Keywords: dryland wheat; mulching; water dynamics; growth; water use efficiency