

# 不同秸秆还田模式冬麦田土壤水分特征比较

吕 雯<sup>1</sup>, 汪有科<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 在陕西杨凌区布设田间试验, 在冬小麦发育期间观测 5 种不同玉米秸秆覆盖与耕作方式相结合模式的土壤水分特征。结果表明 5 种覆盖耕作模式的土壤水分垂直变异系数大小排列为传统翻耕(0.1376) > 浅旋覆盖(0.1360) > 传统覆盖(0.1309) > 深翻覆盖(0.1265) > 免耕留茬(0.1167); 免耕覆盖土壤水分贮存量(342 mm) 最高, 以浅旋覆盖(289 mm)、传统翻耕(287 mm) 土壤水分贮存量相对为低, 深翻覆盖(307 mm)、传统覆盖(300 mm) 土壤水分贮存量相对居中。

**关键词:** 保墒秸秆覆盖; 耕作方式; 冬小麦; 土壤水分;

**中图分类号:** S318 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0068-04

土壤水分状况是作物根系生长的关键因素, 对作物生长发育和产量具有决定性影响。冬小麦是我国西北地区重要的粮食作物。由于降水在时间和空间上的分布不均匀, 提高耕地自身在作物生育期的保墒能力, 对提高作物水分利用效率和灌溉农业减少灌溉定额可以起到很大作用。近年来, 国家 863 项目) 西北半湿润渠灌区节水农业综合技术体系集成与示范课题组在杨凌推广了两年的秸秆还田技术, 秸秆覆盖已有较大的应用范围。

国内外众多学者对秸秆覆盖、各种耕作模式所做的大量研究工作多是单一进行的, 覆盖与耕作模式相结合的研究成果鲜见报道。本试验以保持土壤水分出发点, 针对传统的耕作方式所存在的问题, 从改变秸秆覆盖方式与耕作制度结合上探索出一种提高耕地土壤保水能力和减少水土流失的方法与途径。

## 1 试验设计与方法

### 1.1 试验区概况

试验于 2004~2005 年在陕西杨凌保墒灌溉示范田五泉镇绛南村冬小麦田地进行, 前茬作物为夏玉米。杨凌属于大陆性暖温带季风气候, 年平均降水量 660 多毫升, 一半以上集中在七、八、九三个月, 冬小麦生育期内降雨量仅占全年降雨量的 30%~40%。年蒸发量 993.2 毫升, 超过降水量 50%。土壤类型为中壤土。

### 1.2 试验设计

在大田中选取 5 块 5 m @ 50 m 田地, 作物生育期内共设计了 5 种秸秆保墒覆盖与耕作结合的模式

(表 1), 分别为免耕留茬, 留玉米茬 10~15 cm, 直接播种; 深翻覆盖, 翻耕深度为 35 cm, 翻耕后覆盖粉碎的玉米秸秆; 传统覆盖, 翻耕深度为 25 cm, 翻耕后表层覆盖粉碎的玉米秸秆; 浅旋覆盖, 覆盖粉碎的玉米秸秆之后翻耕, 翻耕深度为 10~15 cm; 传统翻耕, 翻耕深度为 25 cm。玉米秸秆长度为 5~10 cm, 覆盖量为前茬作物秸秆产量。

表 1 5 种覆盖耕作模式的田块设置

Table 1 Five kind of tillage measures

耕作模式 Tillage measure	处理方法 Treatment
A 免耕留茬	收获时留玉米茬 10~15 cm, 直接播种
B 深翻覆盖	翻耕深度为 35 cm, 翻耕后覆盖秸秆
C 传统覆盖	翻耕深度为 25 cm, 翻耕后表层覆盖秸秆
D 浅旋覆盖	覆盖粉碎玉米秸秆、翻耕, 翻耕深度为 10~15 cm
E 传统翻耕	无覆盖, 翻耕深度为 25 cm

### 1.3 测定方法

1.3.1 土壤水分含量 试验中的测定采用烘干称重法(土钻法)。土壤水分测定深度 100 cm, 每层 10 cm, 共分为 10 层。为了保证数据的可靠性, 设 2 个重复, 每层土壤水分值取两次的平均值。前茬作物夏玉米收获后一天 2004 年 9 月 24 日测定播前土壤水分一次, 2004 年 10 月~2005 年 5 月试验期间, 连续测定土壤水分 8 次。

1.3.2 土壤水分贮存量 土壤水分贮存量  $v = Q @h @X @10$ , 其中  $v$  为土壤水分总贮存量(mm);  $Q$  为地段实测土壤容重( $g/cm^3$ );  $h$  为土层厚度(cm);  $X$  为土壤水分(%)。

收稿日期: 200512208

基金项目: / 国家/ 8630 节水农业重大专项 (2002A A2Z4211)

作者简介: 吕 雯(1979), 女, 硕士研究生, 主要从事节水灌溉研究。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同覆盖耕作模式不同深度土壤水分动态变化

2.1.1 土壤水分试验期平均值比较 观测期内对不同覆盖耕作模式土壤水分随深度的变化进行了探讨(表 2)。

表 2 观测期内各耕作模式不同深度土壤水分平均值(%)  
Table 2 Average soil moisture in different tillage measures

土壤深度 Soil depth (cm)	A	B	C	D	E
10	24.42	24.07	23.66	22.75	24.22
20	21.69	23.88	21.68	21.04	19.39
30	23.22	20.89	20.63	20.09	19.10
40	23.86	20.55	20.48	19.79	19.40
50	23.21	20.58	20.02	19.03	18.62
60	24.06	20.09	20.06	18.85	18.26
70	23.77	20.27	20.31	19.26	19.20
80	23.68	21.88	20.75	19.24	20.18
90	23.79	23.00	21.28	20.85	20.33
100	23.97	22.26	21.21	21.27	21.22
变异 CV	0.1167	0.1265	0.1309	0.136	0.1376

由表 2, 各模式均以 10 cm 深度处土壤水分含量最大。免耕留茬处理 0~ 100 cm 深度的土壤水分变化整体较平缓, 在表层 20 cm 处有一次较大变化, 20~ 100 cm 深度土壤水分变化幅度较小。其它四种覆盖耕作模式的土壤水分在 10~ 60 cm 深度处呈降低态势, 而在 70~ 100 cm 深度处均呈现上升趋势。从总体来看, 免耕留茬处理一直保持较高土壤水分值, 而另四种模式 0~ 100 cm 深度土壤水分随深度的波动趋势大体一致。也即随着土层深度的加大, 不同覆盖耕作模式土壤水分随深度变化趋势之间的响应情况逐渐变得复杂, 随着土层深度的加大, 各覆盖耕作模式土壤水分随深度加大而响应程度降低。再者, 5 种覆盖耕作模式的土壤水分垂直变异系数大小排列依次为传统翻耕(0.1376) > 浅旋覆盖(0.1360) > 传统覆盖(0.1309) > 深翻覆盖(0.1265) > 免耕留茬(0.1167), 也进一步说明传统翻耕土壤水分随深度的变化波动最为强烈, 而以免耕留茬土壤水分随深度的变化相对最弱。

2.1.2 土壤水分动态变化 对 5 种覆盖耕作模式田块不同深度土壤水分随时间的波动进行分析(图 1)

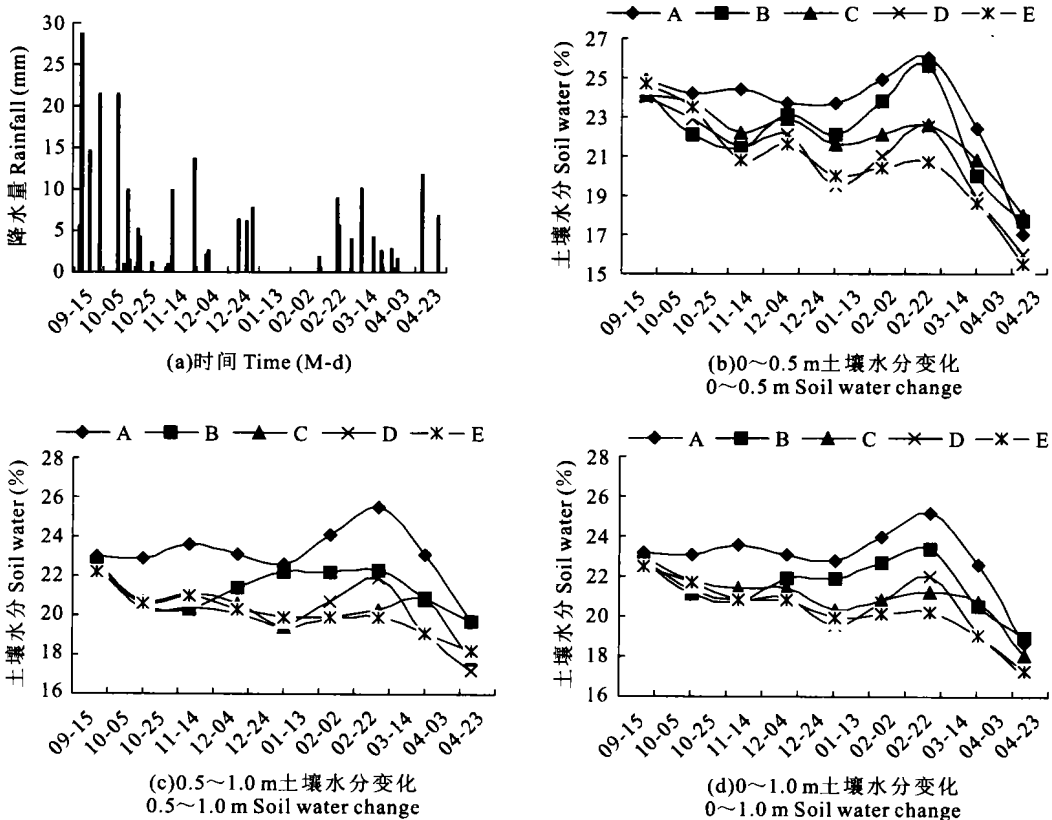


图 1 降水量(2004~ 2005)及 5 种覆盖耕作模式土壤水分动态变化

Fig. 1 Amount of precipitation and soil moisture of different tillage measures

图 1(b) 表明在 0~ 50 cm 深度处 5 种覆盖耕作模式土壤水分总体上呈下降态势, 传统耕作无覆盖田块土壤水分下降最快, 浅旋覆盖次之, 传统覆盖比深翻下降快, 免耕留茬土壤水分下降最慢。5 种覆盖耕作模式 0~ 50 cm 土壤水分峰谷值与研究区降雨的峰谷值基本对应。在两次土壤水分峰值处, 即降水量峰值时, 5 种处理在该处土壤水分值大小排序均为免耕留茬 > 深翻覆盖 > 传统覆盖 > 浅旋覆盖 > 传统翻耕。覆盖耕作模式比传统耕作模式在作物根系分布密度较大的范围 0~ 50 cm 深度处对降水敏感程度高, 可以把水分保蓄在作物较易利用的深度。

在 50~ 100 cm 深度处( 图 1(c) ), 5 种覆盖耕作模式土壤水分总体上依然呈下降趋势, 但下降趋势变缓。土壤水分下降速度依然为传统耕作无覆盖田块土壤水分下降最快, 浅旋覆盖次之, 传统覆盖比深翻下降快, 免耕留茬土壤水分下降最慢。在 50~ 100 cm 处土壤水分与降水量的响应程度低于 0~ 50 cm 深度的。从 10 月 27 日到 1 月 5 日期间, 各覆盖耕作模式土壤水分呈交替上升状态, 其中传统耕作、浅旋覆盖、传统覆盖土壤水分相差不大, 均为先上升后来下降; 免耕覆盖波动趋势与前几种处理相似, 但土壤水分值一直比其它处理高出 1~ 3%; 深耕覆盖在此期间土壤水分持续上升。在 1 月 5 日至 4 月 23 日, 各覆盖耕作模式的土壤水分又出现先上升后下降的趋势。在 50~ 100 cm 深度处, 总体上传统耕作无覆盖模式对降水量的响应最小, 土壤水分也较低, 免耕留茬、深翻覆盖的土壤水分值相对较高。

表 3 不同耕作模式 0~ 100 cm 土壤水分贮存量 (mm)

Table 3 0~ 100cm water content in different tillage measures

耕作模式 Tillage measure	10 月 October	11 月 November	12 月 December	1 月 January	2 月 February	3 月上旬 March beginning	3 月下旬 March end	4 月 April	平均 Mean
A	347	355	346	342	363	384	337	266	342
B	301	295	316	316	329	342	290	263	307
C	320	313	313	293	301	309	299	253	300
D	309	301	302	278	300	321	271	233	289
E	317	301	302	286	288	291	269	239	287

### 3 结论与讨论

通过 5 种不同的还田覆盖耕作模式结合的比较试验得出 5 种覆盖耕作模式的土壤水分垂直变异系数大小排列依次为传统翻耕(0.1376) > 浅旋覆盖(0.1360) > 传统覆盖(0.1309) > 深翻覆盖(0.1265) > 免耕留茬(0.1167), 说明传统翻耕土壤水分随深

不同覆盖耕作模式不同深度土壤水分均值的总体波动情况见图 1(d)。不同覆盖耕作模式不同深度土壤水分随时间的波动过程尽管不尽相同, 但是, 各耕作模式不同深度土壤水分随时间的波动趋势整体一致, 即呈双峰双谷的变化态势。即在从 10 月 27 日到 1 月 5 日、1 月 5 日至 4 月 23 日两个期间曲线总体均呈现出上升- 下降波动趋势。在 5 种覆盖耕作模式中, 以免耕留茬土壤水分含量最高, 次之深耕覆盖土壤水分含量略低于免耕留茬, 再次为浅旋覆盖与传统覆盖土壤水分含量相近, 传统耕作土壤水分含量最低。

另外, 由于免耕在夏玉米收获时留茬, 而其它处理在播种时进行, 所以在播种前一时段内, 在其它 4 种处理土壤水分下降较快时, 免耕留茬土壤水分波动很小, 较好的保蓄了两茬作物交接时段内的土壤水分。

#### 2.2 不同覆盖耕作模式土壤水分贮存量的差异

土壤水分贮存量考虑了不同处理土壤容重因素, 可在一定程度上消除不同处理土壤质地的影响。5 种耕作模式 0~ 100 cm 深度土壤水分贮存量见表 3。由表 3 可以看出, 在 5 种覆盖耕作模式中以免耕覆盖土壤水分贮存量最高, 以浅旋覆盖、传统翻耕土壤水分贮存量相对为低, 深翻覆盖、传统覆盖土壤水分贮存量相对居中。从 10 月到 1 月、1 月至 4 月两个期间曲线总体均呈现出上升- 下降波动趋势。概括而言, 5 种耕作模式土壤水分贮存量的波动趋势大体相同。此结论进一步丰富和验证了在不同覆盖耕作模式土壤水分比较过程中所得的基本结论。

度的变化波动最为强烈, 而以免耕留茬土壤水分随深度的变化相对最弱。

5 种覆盖耕作模式在 0~ 100 cm 深度, 以免耕留茬土壤水分含量最高, 次之深耕覆盖土壤水分含量略低于免耕留茬, 再次为浅旋覆盖与传统覆盖土壤水分含量相近, 传统耕作土壤水分含量最低; 覆盖耕作模式比传统耕作模式在作物根系分布密度较大

的范围0~50 cm深度处对降水敏感程度高,可以把水分保蓄在作物较易利用的深度。在50~100 cm深度处,土壤水分与降水量的响应程度相对低于0~50 cm深度的。

以土壤水分贮存量来看,免耕覆盖土壤水分贮存量最高,以浅旋覆盖、传统翻耕土壤水分贮存量相对为低,深翻覆盖、传统覆盖土壤水分贮存量相对居中。

总体而言,秸秆覆盖与耕作模式的结合,与传统耕作相比较几种模式均提高了土壤自身的含水量与保墒能力。在冬小麦-夏玉米连作地区可以利用覆盖与耕作措施相结合,进一步提高土壤保墒能力,其中深翻覆盖与免耕留茬保墒作用显著;同时可以缓解秸秆无法处理污染环境的问题。在本试验中,免耕留茬对土壤保墒的作用突出,在有畜牧业需要秸

秆作为饲料的地区推荐采用此种覆盖耕作模式,即能保蓄土壤中的水分,降低前茬作物收获后与后续作物播种前时段的水分损失,又可以减少劳力的投入。

#### 参考文献:

- [1] 许振柱,于振文,董庆裕,等.不同栽培条件下旱地麦田土壤水分变化规律[J].干旱地区农业研究,1996,14(3):20-24,30.
- [2] 冯广龙,刘昌明.冬小麦根系生长与土壤水分利用方式相互关系分析[J].自然资源学报,1998,7(3):234-241.
- [3] 农业气象观测规范[M].北京:气象出版社,1993.1) 212.
- [4] 赵千钧,罗毅,等.鲁西北平原冬小麦耗水过程与节水灌溉管理模式讨论[J].地理科学进展,2002,21(6):601-608.
- [5] 杨秀春,徐斌,等.农牧交错带不同农田耕作模式土壤水分特征对比研究[J].水土保持学报,2005,19(2):125-129.
- [6] 王育红,姚宇卿,等.豫西坡耕地不同耕作方式麦田水分动态及其生态效益[J].西北农业学报,2001,10(4):55-5.

## Study on soil moisture of different tillage measures under straw mulch

LU Wen<sup>1</sup>, WANG You2ke<sup>1,2</sup>

(1. Institute Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Science, Northwest Sci2Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The experiment was conducted at Yangling. During the growth period of winter wheat. Five tillage modes under straw mulch were disposed in the field, including stalk returning farmland and shallow plow2ing, conventional tillage, deep plowing under straw mulch, low stubble of corn, conventional tillage under straw mulch. During the growth period of winter wheat, soil moisture from 0 to 100 cm depth of low stubble of corn is the highest in the five modes, that of conventional tillage is the lowest, deep plowing under straw mulch is less than low stubble, and that of stalk returning farmland and conventional tillage under straw mulch was moderate.

**Keywords:** straw mulch; tillage measures; wheat field; soil moisture