

# 秸秆覆盖保护耕作法土壤水分和温度变化及玉米产量效应

徐福利, 梁银丽, 汪有科, 袁彦云

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

**摘要:** 通过田间试验研究了秸秆覆盖和不同机具播种对土壤水分和土壤温度的影响以及玉米的产量效应。秸秆覆盖在休闲和种植玉米方式下都可增加土壤水分蓄储能力, 有利于自然降水和灌溉水的高效利用, 单纯靠休闲来保蓄水分在半湿润渠灌区水分蓄储能力较差, 采用秸秆覆盖保护耕作法保墒更为有效。大型拖拉机播种玉米比小型拖拉机播种玉米对土壤水分的蓄储能力强, 采用小型拖拉机播种的玉米产量增加了 5.1%, 采用大型拖拉机播种的玉米产量增加了 9.1%。

**关键词:** 半湿润渠灌区; 土壤水分; 温度; 秸秆覆盖

中图分类号: S152.7

文献标识码: A

文章编号: 0564-3945(2006)04-0648-03

农作物秸秆作为物质、能量和养分的载体, 是一种宝贵的自然资源。随着粮食高产和复种指数的提高, 农作物秸秆剩余量越来越多, 在陕西渠灌区小麦和玉米收获之后, 燃烧秸秆造成有机物质和饲料资源的大量浪费, 并将对大气环境及航空交通等造成危害, 这一现象在北方地区具有普遍性。为农作物秸秆寻找合理的利用方式是关系到土壤肥力保持, 而影响农业可持续发展的大问题<sup>[1]</sup>。秸秆覆盖保护耕作法可减少土壤的搅动次数; 有农作物秸秆残茬覆盖, 可以使土壤有机质含量增加, 非侵蚀性团粒增多, 渗水性改进, 风蚀、水蚀明显减少, 保持水土的效果非常明显<sup>[1-4]</sup>, 长期采用秸秆覆盖能够促进农作物生长, 提高产量<sup>[4, 5, 8, 9]</sup>。长期以来, 农田中由于蒸发多, 农田水分利用率低, 土壤肥力下降, 因此研究节约用水、高效用水和保蓄自然降水将是解决水分利用率低, 改善土壤肥力的一个有效途径。西北半湿润渠灌区是水资源严重不足的地区, 在灌溉区秸秆覆盖会对土壤微环境、土壤肥力、土壤微生物等产生重要影响。本文研究秸秆覆盖在关中半湿润渠灌区对土壤水分和温度的影响效果, 并比较了秸秆覆盖下不同机具播种的效果差异, 为秸秆覆盖在半湿润渠灌区应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2003年在陕西省杨凌示范区杨村乡崔西沟村进行了不同机具覆盖的保墒效果试验, 试验设置 6 个处理, 三种种植方式, 试验采用 3 个主处理, 分别是休闲;

小型拖拉机(泰山-12型小四轮拖拉机)播种和大型拖拉机(东方红-75/802型履带拖拉机)播种, 每个处理采用列区, 不覆盖和播种后小麦秸秆覆盖。秸秆覆盖量  $9000 \text{ kg hm}^{-2}$ 。试验区基施 N 肥  $400 \text{ kg hm}^{-2}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  肥  $150 \text{ kg hm}^{-2}$ 。在玉米生长的不同时期, 测定不同土壤深度的土壤水分及温度, 玉米品种是沈单 10 号, 2003 年 6 月 25 日播种, 10 月 9 日收获。成熟后小区收获, 进行考种, 小区计产。

### 1.2 试验期间的降水量

测定了试验开始到结束的每次的降雨量, 结果见表 1。期间降雨量是 609.2mm。是降雨量较多的年份。

### 1.3 土壤水分及温度

分别于 2003 年的 6 月 26 日; 7 月 10 日; 7 月 24 日; 8 月 7 日; 8 月 21 日和 9 月 4 日采用 TRME-FM 水分测定仪和 WMY-018 测定仪测定了 0~20cm 土壤中的水分及温度变化。

表 1 玉米开始生长到成熟的每次降雨量

Table 1 Rainfalls during the experiment

日期 Date	降雨量 Rainfall (mm)	日期 Date	降雨量 Rainfall (mm)	日期 Date	降雨量 Rainfall (mm)	日期 Date	降雨量 Rainfall (mm)	日期 Date	降雨量 Rainfall (mm)
22/6	11.9	12/7	14.8	2/8	7.1	15/8	19.7	1/9	35.7
26/6	11.4	13/7	36.6	3/8	12.8	25/8	27.4	3/9	11.1
30/6	4.0	15/7	19	7/8	52.6	26/8	101	5/9	15.5
2/7	22.3	16/7	27.5	11/8	12.4	29/8	32.5	19/9	55.7
8/7	7.3	2/8	7.1	13/8	8.0	30/8	46.5	20/9	16.4

收稿日期: 2005-04-04 修订日期: 2005-09-12

基金项目: 国家高技术研究发展(863计划)项目(2002AA6Z3211)资助

作者简介: 徐福利(1958-), 男, 陕西富平人, 研究员, 博士, 主要从事土壤肥力和植物营养方面的研究。

E-mail: xfl@nwsuaf.edu.cn Tel: 029-87011953

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦秸秆覆盖对土壤水分的影响

休闲的目的是为了恢复土壤肥力和储存水分。本试验中休闲的土壤水分和温度变化结果见图 1 和图 2。从图 1 看出, 6月 26 日的土壤含水量差异不大, 原因是降水及时补充了土壤水分(见表 1)。但在 8月 23 日和 9月 1 日, 采用秸秆覆盖的土壤水分比不覆盖的高。因为有秸秆覆盖, 阻隔地面水分蒸发。这种变化可以从地表土壤温度变化图 2 得到证实。图 2 表明, 秸秆覆盖后, 由于秸秆在地表的隔离作用, 太阳光不能直接照射地面, 地温下降, 土壤水分蒸发减少。即使在 7月 2 日至 7月 20 日期间降雨 127.5mm, 土壤水分没有差异, 但是地温还是秸秆覆盖的低。土壤表面蒸发与两个因素有关, 一是地表有无覆盖物, 有覆盖物, 蒸发就少, 二是地温, 土壤表面温度低, 蒸发也少。采用秸秆覆盖, 有降低土壤表面温度的作用, 也就减少了土壤水分的蒸发, 保蓄更多水分供玉米生长需要。

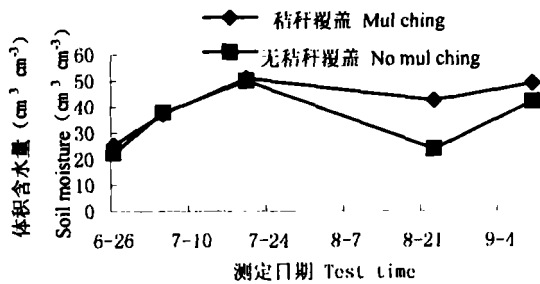


图 1 休闲条件下土壤水分变化结果

Fig. 1 Soil moisture under fallow

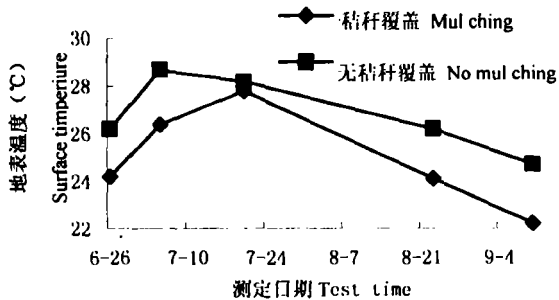


图 2 休闲条件下土壤温度变化结果

Fig. 2 Soil temperature under fallow

在小型拖拉机播种的玉米, 采用秸秆覆盖的土壤水分和温度变化见图 3 和图 4。土壤水分和温度变化与休闲处理的趋势相近, 秸秆覆盖的土壤水分高于不覆盖。但是由于种植玉米, 在 6月 26 日玉米已经覆盖地面, 所以地面温度比休闲的低, 土壤水分比休闲的

高, 说明尽管是种植了玉米, 土壤水分的消耗并不比休闲的多, 在半湿润渠灌区, 要从保蓄土壤水分分析, 夏季休闲并非是一种有效方法。

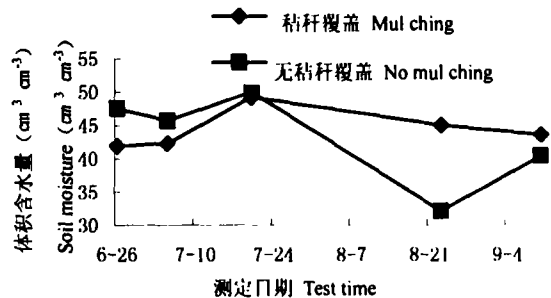


图 3 小型拖拉机播种土壤水分变化结果

Fig. 3 Soil moisture under small tractor planting

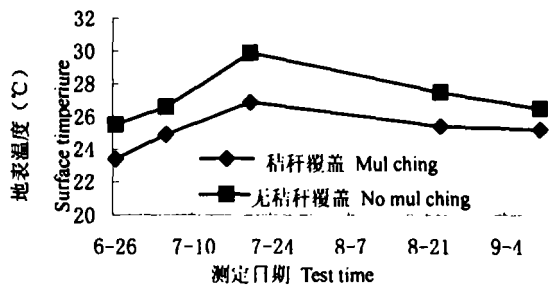


图 4 小型拖拉机播种土壤温度变化结果

Fig. 4 Soil temperature under small tractor planting

大型拖拉机播种的玉米的土壤水分和温度变化见图 5 和图 6。也同小型拖拉机播种情况相近, 但是大

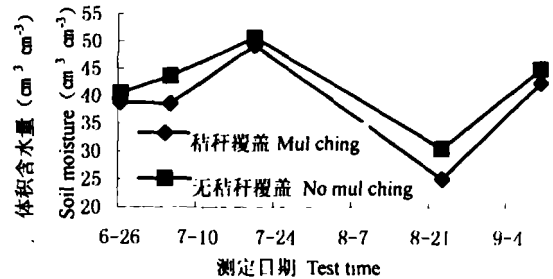


图 5 大型拖拉机播种土壤水分变化结果

Fig. 5 Soil moisture under large tractor planting

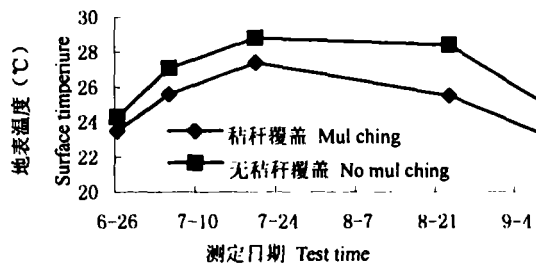


图 6 大型拖拉机播种土壤温度变化结果

Fig. 6 Soil temperature under large tractor planting

型拖拉机播种时开沟深, 有利于降水下渗, 土壤水分含量高于小型拖拉机播种的土壤。因此, 采用大型拖

机播种的玉米,有利于降水下渗,土壤储蓄的水分多,提高水分高效利用。

## 2.2 小麦秸秆覆盖对玉米生长及产量的影响

在秸秆覆盖下的玉米生长及产量结果见表 2。不管是那种种植方式,采用秸秆覆盖,玉米的穗长增加,穗行数也增加,植株高度没有变化,秸秆/籽粒比降低,玉米产量增加。采用小型拖拉机播种的玉米产量增加了 5.1%,采用大型拖拉机播种的玉米产量增加了 9.1%。因为 2003 年是降水较多的年份,玉米生长期土壤水分相对较高,这从表 1 的降雨量和图 1、图 3 和图 5 的水分测定结果得到证实。如果遇到干旱年份,覆盖对玉米的生长及产量会影响更大。

表 2 秸秆覆盖下不同机具播种方式的玉米产量

Table 2 Corn yield of different planting machine and mulch method

处理号 Treatment	耕作机具 Type of tractor	穗长 (cm) Fringe length	穗行数 Fringe range	株高 Plant high (m)	秸秆/籽粒 Straw / seed	产量 Yield (kg/667m <sup>2</sup> )	增产率 Yield added (%)
对照	小型拖拉机	17.1	15.8	2.37	1.46	390 a	-
覆盖		17.8	16.5	2.36	1.41	410 b	5.1
对照	大型拖拉机	19.0	14.2	2.41	1.45	330 a	-
覆盖		19.3	15.0	2.36	1.25	360 b	9.1

## 3 讨论

西北半湿润渠灌区小麦玉米一年两季轮作,作物秸秆资源十分丰富。目前,小麦和玉米秸秆,一小部分用作牲畜饲料过腹还田,大部分还未充分利用,多是“焚烧还天”。因此,秸秆覆盖还田将是一种有效利用方式。许多在旱地的覆盖研究表明,秸秆覆盖保墒能够减少对土壤的搅动,有秸秆残茬覆盖,土壤有机质增加,非侵蚀性团粒增多,渗水性改进,保持水土的效果非常明显<sup>[4,5]</sup>,长期采用秸秆覆盖能够促进农作物生长,提高产量<sup>[8,10]</sup>。在西北半湿润渠灌区,尽管有灌溉条件,但是水资源仍然不足,为了更好地利用有效水资源,提高灌溉水的利用率,秸秆覆盖保墒将是一项非常有效的方法,采用农机具覆盖种植,必将加快秸秆覆盖保墒方法的推广速度。

本试验表明,在渠灌区采用秸秆覆盖保护耕作可

## Effect of Stock Mulch Conservation Method on Soil Moisture, Soil Temperature and Corn Yield

XU Fu-li LIANG Yin-li WANG You-ke YUAN Yan-yun

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, North-west Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, 712100)

**Abstract** The effect of stock mulching conservation and machine cultivation on soil moisture and temperature as well as corn yield was studied at the field. The results showed that the stock mulch under both fallow and planting corn conditions stored more water during corn growth period and improved the utilization rate of rainfall and irrigation water at this semi-humid channel irrigation area. The soil moisture was less with fallow than planting corn in semi-humid channel irrigation area. Planting corn with big tractor at the stock mulch condition, the storage ability of soil moisture was higher than that of hand tractor. The yield increased to 9.1% with big tractor and 5.1% with hand tractor.

**Key word** Semi-humid channel irrigation area, Soil moisture, Temperature, Stock mulch

以增强土壤水分的保蓄能力,有利于自然降水的高效利用,单纯依靠休闲来保蓄水分在半湿润渠灌区的水分高效利用上并非是一项值得提倡的方法。采用秸秆覆盖保护耕作法更为有效。

比较了不同机具播种的保墒效果差异,大型拖拉机播种玉米比小型拖拉机播种玉米对土壤水分的蓄储能力强,可以在半湿润渠灌区大范围应用此秸秆覆盖保护耕作方法。

比较了不同机具播种的产量效果差异,采用小型拖拉机播种的玉米产量增加了 5.1%,采用大型拖拉机播种的玉米产量增加了 9.1%,如果连续应用秸秆覆盖保墒方法,不仅能改善土壤肥力,节约水分,提高水分利用率,而且提高农作物产量的效果更明显<sup>[2,7,10]</sup>。关于不同机具播种的效果差异原因有待进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 王树楼,王茄,丁玉川. 旱地玉米免耕整秸秆半覆盖耕作技术研究[J]. 耕作与栽培, 1994 (4): 11-14.
- [2] JW Smith, IO Adedunle, W A Agyare. Crop residues for mulch and feed in crop-livestock systems: impact on maize grain yield and soil properties in the west African humid forest and savanna zones [J]. Experimental Agriculture, 2002, 38(3): 253-264.
- [3] 杨德荣. 旱作机械化保护性耕作技术 [J]. 山东农机, 2004 (5): 16-17.
- [4] 胡芬,梅旭荣,陈尚漠,等. 秸秆覆盖对春玉米农田土壤水分的调控作用 [J]. 中国农业气象, 2001, 22(1): 5-18.
- [5] 丁昆仓, M. J Ham. 秸秆覆盖对土壤水分及夏玉米产量前影响 [J]. 中国农村水利水电, 1999 (6): 3-5.
- [6] 白振杰,张聪智,杨光仙,等. 夏玉米地秸秆覆盖的节水调温效应 [J]. 中国农业气象, 1998, 19(6): 21-23.
- [7] 逢焕成,徐富安. 渭北旱原秸秆覆盖耕作法研究 [J]. 农业现代化研究, 1998, 11(9(4)): 249-251.
- [8] 沈荣开,任理,张瑜芳. 夏玉米麦秸全覆盖下土壤水热动态的田间试验和数值模拟 [J]. 水利学报, 1997, 28(14): 21-24.
- [9] 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.
- [10] 周怀平,杨治平,李红梅,关春林. 秸秆还田和秋施肥对旱地玉米生长发育及水肥效应的影响 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(7): 1230-1235.
- [11] 杨大晋. 旱地玉米覆盖秸秆的增产效应研究. 旱地玉米覆盖秸秆的增产效应研究 [J]. 贵州农业科学, 1996, 5: 14-20.