

四川丘陵水旱轮作区保护性耕作对 土壤水分和小麦产量的影响

赵小蓉¹, 蒲波², 王昌桃¹, 赵燮京¹

(1. 四川省农业科学院土壤肥料研究所, 四川 成都 610066; 2. 四川省农业厅, 四川 成都 610041)

摘 要: 在四川丘陵区水旱轮作田进行了保护性耕作与传统耕作栽培模式的对比研究, 对秸秆还田条件下的不同耕作模式对土壤水分及小麦产量的影响进行了探讨。试验结果表明, 在小麦整个生育期, 覆盖处理土壤水分含量均明显地高于不覆盖处理(对照), 且免耕覆盖处理又显著优于翻耕覆盖处理。小麦分蘖高峰期覆盖处理的土壤水分比不覆盖处理分别高 4.9% ~ 12.8%, 对土壤有较好的保墒作用。覆盖处理的小麦最高茎蘖数比翻耕不覆盖增加 11.4% ~ 45.8%, 由于增加了小麦成穗数、穗粒数和千粒重, 保护性耕作条件下覆盖处理比翻耕覆盖增产 3.2% ~ 18.1%, 对提高小麦产量有明显的促进作用。

关键词: 四川丘陵区; 水旱轮作田; 保护性耕作; 土壤水分; 小麦产量

中图分类号: S152.7; S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0185-05

保护性耕作(Conservation tillage)技术起源于美国, 是在人们不断遭受“黑风暴”袭击和严重水土流失危害的教训后逐渐发展起来的。保护性耕作是以减轻水土流失和保护土壤与环境为主要目标, 采用保护性种植制度和配套栽培技术形成的一套完整的农田保护性耕作技术体系。其具体内容包括: 免耕栽培技术, 即在未翻耕土壤上完成作物播种、栽插过程, 减少机械耕地次数, 降低成本; 秸秆残茬利用技术, 即在充分利用作物秸秆残茬培肥地力的同时, 用秸秆覆盖, 减少水土流失, 提高天然降雨利用率; 绿色覆盖技术, 即通过种植绿肥等来培育地力、改良土壤, 减少水土流失^[1-3]。目前, 保护性耕作技术在美国、加拿大、澳大利亚等国家已相当完善和普及。另外, 墨西哥、以色列、印度、埃及和巴基斯坦都积极地开展了保护性耕作试验研究。

我国自 20 世纪 70 年代初开始引进研究保护性耕作技术, 并在不同地区也作了大量试验研究和推广, 结果表明, 覆盖秸秆的农田可以改善土壤水、肥、气、热等多方面的生态效应, 其经济效益、生态效益和社会效益都比较高, 是我国尤其是北方旱作农业持续稳定发展的有效措施和途径之一^[4]。周兴祥等研究表明, 保护性耕作体系可使小麦产量平均提高 7.2%, 而且以免耕加 100% 覆盖的土壤含水率最高^[5]; 江晓东、韩宾等对灌溉农田冬小麦进行少免耕研究后则认为: 有灌溉条件的高产地区, 在水分条件

和土壤肥力不是制约作物产量的关键因素的条件下, 相对于常规耕作, 少耕特别是旋耕还田方式能够增加土壤贮水量、提高作物水分利用效率, 而免耕覆盖模式则不适宜^[6-9]。但长期以来, 我国保护性耕作技术研究的重点集中在北方, 而且多集中在旱地^[10]。

早在 20 世纪 70 年代末期至 80 年代初期, 侯光炯等就创造了一种把种植、养殖和培肥有机结合起来的水田旱式少耕法, 收到了增产、增收的效果^[11]。徐增祥等认为, 稻草覆盖对土壤有保温、保湿、防渍作用, 土壤水分可提高 1.4% ~ 8.6%, 利于小麦生长^[12]; 孙进等研究认为, 稻草覆盖可明显减少土壤水分蒸发, 土壤含水率增加 13.5% ~ 59%, 小麦平均增产 12.5%^[13]; 汤永禄等对免耕露播覆草栽培小麦进行研究后, 认为其突出表现是: 壮苗早发, 分蘖力明显增强, 分蘖发生早, 低位节蘖多, 有效分蘖充足, 利于成穗^[14]。

尽管南方两熟制水旱轮作区已在保护性耕作栽培模式方面作了不少研究, 但对保护性耕作不同耕作模式的定位研究相对较少。本文通过在四川丘陵区的水旱轮作田保护性耕作栽培与传统耕作栽培模式的定位比较试验, 对秸秆还田条件下的不同耕作栽培模式对土壤水分及小麦产量的影响进行了探讨。

收稿日期: 2008-11-20

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD29B08); 四川省公益性科技攻关项目(2007NGY001)

作者简介: 赵小蓉(1956—), 女, 四川合江人, 副研究员, 长期从事农业资源环境保护和利用研究。E-mail: xrzhaos@sohu.com。

1 材料与方法

1.1 试验设计

小麦田间定位试验于 2005 ~ 2007 年在四川省简阳市东溪镇进行。供试土壤为紫色冲积水稻土; 试验小区面积为 20 m² (5 m × 4 m), 共设 3 个处理, 每个处理 3 次重复: ①对照 (CK), 翻耕不覆盖窝播 (A); ②翻耕覆盖窝播 (B); ③免耕覆盖窝播 (C)。

供试小麦品种为川麦 42, 播种量为每小区 270 g (折合 135 kg/hm²); 小麦播种时各小区施尿素 0.65 kg (折合纯氮 150 kg/hm²)、过磷酸钙 1.2 kg (折合 P₂O₅ 72 kg/hm²); 稻草覆盖处理则在小麦播种后, 将全量稻草直接覆盖于土表, 覆盖量折合干稻草为每小区 135 kg (折合 7 500 kg/hm²); 小麦播种时间分别为 2005 年 11 月 3 日、2006 年 11 月 3 日; 收获时间分别为 2006 年 5 月 14 日、2007 年 5 月 16 日。

1.2 采样及数据分析方法

在小麦生长过程中每隔 15 d 定点观察小麦生长动态, 并在每小区定 5 个点测定 0 ~ 20 cm 土壤水分。水分测定采用 SWR - II 型便携式水分测定仪。收获时每试验小区取 0.25 m² 小麦植株考种, 并按小区单收计产。数据采用 DPS 分析软件进行单因素试验统计分析。

2 结果与分析

2.1 稻草覆盖对土壤水分的影响

图 1 与图 2 为 2005 ~ 2006 年、2006 ~ 2007 年 2 个年度小麦田不同时期 0 ~ 20 cm 土壤含水量的变化情况。在小麦整个生育期小麦田覆盖处理 (B、C) 的土壤水分均高于不覆盖处理 (A); 且免耕覆盖处理 (C) 又优于翻耕覆盖处理 (B)。

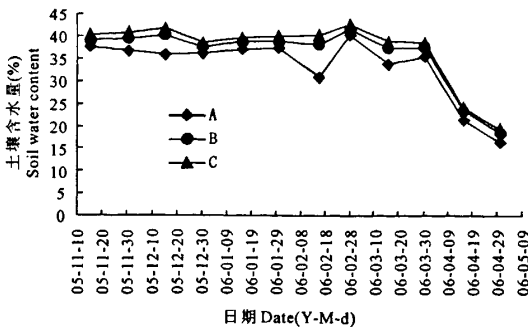


图 1 2005 ~ 2006 年不同处理对小麦田水分的影响

Fig. 1 The effect of different treatments on soil water content in 2005 ~ 2006

小麦分蘖高峰期是小麦需水较多的时期。2005

~ 2006 年小麦分蘖高峰期覆盖处理 (B、C) 的土壤水分比不覆盖处理 (A) 分别高 4.9%、7.3%; 2006 ~ 2007 年小麦分蘖高峰期覆盖处理 (B、C) 的土壤水分比不覆盖处理 (A) 分别高 7.0%、12.8%。对小麦分蘖高峰期土壤水分含量的方差分析结果 (表 1) 表明: 两年覆盖处理的土壤水分含量均极显著优于不覆盖处理 (A); 免耕覆盖处理 (C) 的土壤水分含量又极显著优于翻耕覆盖处理 (B)。由于覆盖于地表的秸秆既可吸收、保持一定数量的水分, 又可减少太阳对地表的直接辐射, 对土壤水分蒸发起到一定阻隔作用, 从而有利于蓄水保墒, 提高土壤水分利用率, 这与沈裕琥、钱国平^[4,15]等的研究结果相似。

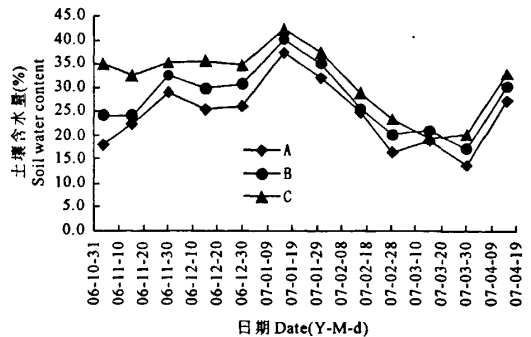


图 2 2006 ~ 2007 年不同处理对小麦田水分的影响

Fig. 2 The effect of different treatments on soil water content in 2006 ~ 2007

表 1 分蘖高峰期土壤水分含量方差分析结果

Table 1 The result of variance analysis on soil water content during peak tillering stage

年份 Year	处理 Treatments	均值 (%) Average value	差异显著性 Significance of difference	
			5%	1%
2005 ~ 2006	C	39.8	a	A
	B	38.9	b	B
	A	37.1	c	C
2006 ~ 2007	C	42.2	a	A
	B	40.0	b	B
	A	37.4	c	C

注: 不同字母表示不同处理小麦田土壤水分差异显著或极显著。

Note: Different letters indicate significance or most significance of difference.

2.2 稻草覆盖对小麦分蘖和产量的影响

2.2.1 稻草覆盖对小麦分蘖的影响 图 3 和图 4 分别为在 2005 ~ 2006 年和 2006 ~ 2007 年两个年度不同处理的小麦茎蘖数动态变化情况。两年结果均表明, 在小麦生长初期, 各处理的茎蘖数与对照差异

不大,随后差异逐步增大;在 1 月中旬达到分蘖高峰期时,差异最大;分蘖高峰期后差异又略有缩小。在 3 月上、中旬小麦茎蘖数达到稳定后,覆盖处理(B、C)的茎蘖数均高于对照处理(A);免耕覆盖处理(C)的茎蘖数又高于翻耕处理(B)。徐增祥、孙进与汤永禄等^[12~14]的试验结果均认为稻草覆盖有利于提高小麦的分蘖数,本试验结果也表明稻草覆盖有利于提高小麦的分蘖数,而且在分蘖高峰期表现特别明显。

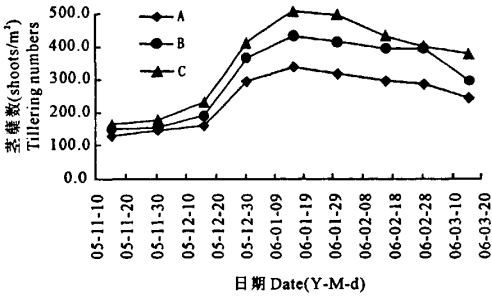


图 3 2005 ~ 2006 年不同处理的小麦茎蘖数随时间变化动态
Fig.3 The changes of tillering numbers with time in different treatments in 2005 ~ 2006

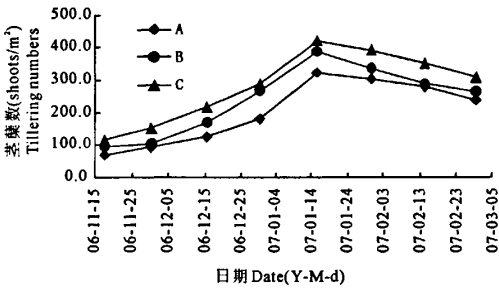


图 4 2006 ~ 2007 年不同处理的小麦茎蘖数随时间变化动态
Fig.4 The changes of tillering numbers with time in different treatments in 2006 ~ 2007

用 DPS 分析软件对两个年度不同处理的小麦最高茎蘖数进行单因素试验统计分析,结果(表 2)表明:2005 ~ 2006 年度覆盖处理(B、C)的小麦最高茎蘖数分别比翻耕不覆盖(A)增加 11.4% ~ 45.8%,但免耕覆盖处理(C)均极显著优于翻耕覆盖(B)与翻耕不覆盖(A)处理,翻耕覆盖(B)与翻耕不覆盖(A)处理差异不显著;2006 ~ 2007 年度,免耕覆盖处理(C)的小麦最高茎蘖数分别比翻耕(B、A)增加 19.8% ~ 30.3%,均极显著优于翻耕不覆盖(A)处

理,而免耕覆盖处理(C)与翻耕覆盖(B)处理的差异则仅达到显著水平。

表 2 不同处理的小麦最高茎蘖数方差分析结果

Table 2 The result of variance analysis on maximum tillering numbers in different treatments

年份 Year	处理 Treatments	均值 (shoots/m ²) Average value	差异显著性 Significance of difference	
			5%	1%
2005 ~ 2006	C	436	b	B
	B	333	c	C
	A	299	c	C
2006 ~ 2007	C	421	b	B
	B	387	c	B
	A	323	d	C

注:不同字母表示不同处理小麦茎蘖数差异显著或极显著。

Note: Different letters indicated that significance or most significance of difference.

2.2.2 稻草覆盖对小麦产量的影响 徐增祥等^[12]研究认为稻草覆盖使小麦的有效穗数增加,而穗粒数和千粒重则有所下降;孙进等^[13]研究则表明稻草覆盖能提高小麦的有效穗、穗粒数和千粒重;汤永禄等^[14]的研究结果是稻草覆盖对提高小麦的有效穗效果明显,而对穗粒数和千粒重的增加作用不大。但上述研究均一致认为稻草覆盖对小麦具有增产作用。

成穗数、穗粒数和千粒重是小麦产量构成的主要因素。图 5 ~ 7 为 2005 ~ 2006 年和 2006 ~ 2007 年两个年度不同处理对小麦成穗数、穗粒数和千粒重的影响情况。图 5 表明覆盖处理不仅有利于小麦分蘖,更重要的是有利于成穗,而且免耕覆盖效果更为明显;图 6 表明覆盖处理的穗粒数均高于对照,同样免耕覆盖效果更为明显;图 7 表明覆盖处理的小麦千粒重均高于对照处理,故两个年度的覆盖处理的小麦产量均表现出高于不覆盖处理,且以免耕效果最佳(图 8)。

用 DPS 分析软件对两个年度不同处理的小麦产量进行单因素统计分析,结果(表 3)表明:2005 ~ 2006 年度,覆盖处理的小麦产量分别比对照(A)增产 11.3%、18.1%,均极显著优于对照(A),且免耕覆盖处理极显著优于翻耕覆盖处理;而在 2006 ~ 2007 年度,覆盖处理的小麦产量分别比对照(A)增产 3.2%、6.8%,均优于不覆盖处理。在覆盖处理中,免耕覆盖处理与翻耕覆盖处理则差异不大。

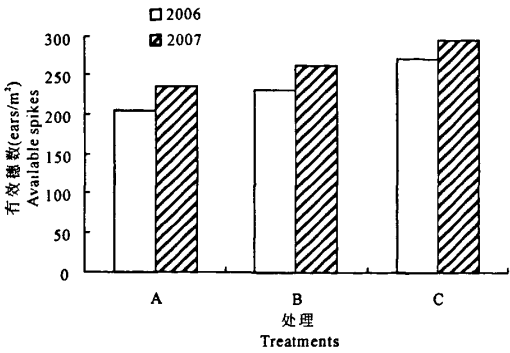


图 5 不同处理对小麦有效穗数的影响

Fig.5 The effect of different treatments on productive tillers of wheat

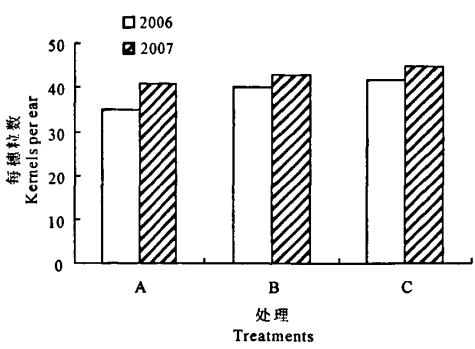


图 6 不同处理对小麦穗粒数的影响

Fig.6 The effect of different treatments on wheat kernels per ear

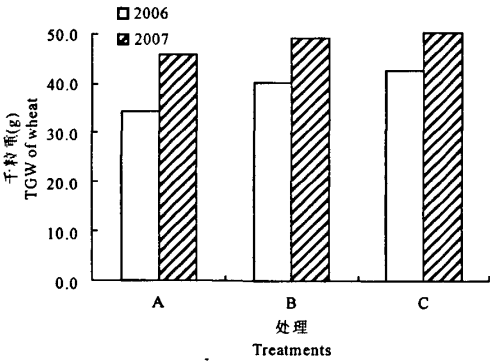


图 7 不同处理对小麦千粒重的影响

Fig.7 The effect of different treatments on TGW of wheat

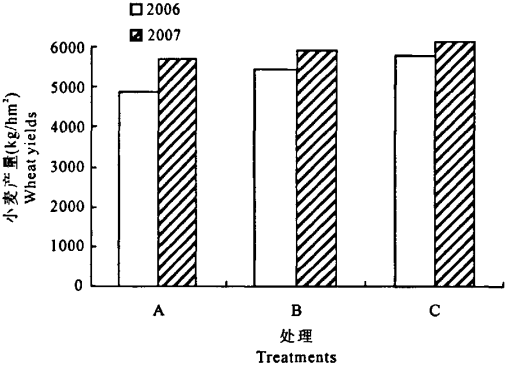


图 8 不同处理对小麦产量的影响

Fig.8 The effect of different treatments on wheat yields

表 3 不同处理的小麦产量方差分析

Table 3 The result of variance analysis on wheat yields for different treatments

年份 Year	处理 Treatments	均值(kg/hm²) Average value	差异显著性 Significance of difference	
			5%	1%
2005 ~ 2006	C	5767	a	A
	B	5433	b	B
	A	4883	c	C
2006 ~ 2007	C	6101	ab	AB
	B	5897	ab	AB
	A	5712	b	B

注:不同字母表示不同处理小麦产量差异显著或极显著。

Note: Different letters indicate significance or most significance of difference.

3 结 论

本试验研究表明,稻田保护性耕作对改善小麦季土壤水分状况和提高小麦产量有明显作用。

3.1 稻草覆盖有利于改善小麦田土壤水分状况

两季不同处理的试验结果表明:在小麦整个生

育期,覆盖处理土壤水分含量均明显地高于对照不覆盖处理,且免耕覆盖处理又明显地高于翻耕覆盖处理。小麦分蘖高峰期,覆盖处理的土壤水分比不覆盖处理分别高 4.9% ~ 12.8%。说明保护性耕作条件下,土壤及麦田上的稻草覆盖物,对土壤有较好的保墒作用,小麦需水条件相对稳定,有利于小麦生长,为小麦产量的提高提供了保障。

3.2 保护性耕作能促进小麦分蘖

两年分析结果表明:覆盖处理的小麦最高茎蘖数均高于不覆盖对照处理,覆盖处理的小麦最高茎蘖数比对照分别增加 11.4% ~ 45.8%,均极显著优于翻耕不覆盖处理;免耕覆盖处理的小麦最高茎蘖数与翻耕覆盖比较,在年度之间虽有差异,仍达到极显著或显著水平。小麦分蘖数是小麦产量构成的重要因素,小麦分蘖数的有效增加有助于小麦产量的提高。

3.3 稻草覆盖有利于提高小麦产量

两季不同处理的试验结果表明:保护性耕作不仅有利于小麦分蘖,更重要的是利于增加小麦成穗

数、穗粒数和千粒重,对提高小麦产量的作用明显。覆盖处理的小麦产量分别比对照(A)增产3.2%~18.1%,极显著或明显优于翻耕不覆盖处理;免耕覆盖处理的小麦产量虽然总体较翻耕覆盖处理高,但年际之间存在差异。

两年的定位试验结果表明,保护性耕作技术改善田间水分状况,提高土壤墒情,促进小麦分蘖和提高小麦产量作用明显。但由于保护性耕作技术具有较强的地域性,对保护性耕作条件下的适宜免耕期、最佳秸秆还田量、合理的农作制以及轻简栽培配套技术等诸多问题,尚需要继续深入地进行研究。

参考文献:

- [1] 王长生,王遵义,苏成贵,等.保护性耕作技术的发展现状[J].农业机械学报,2004,35(1):167—169.
- [2] 吴崇友,金诚谦,魏佩敏,等.保护性耕作的本质和发展[J].中国农机化,2003,(6):8—11.
- [3] 章秀福,王丹英,符冠富,等.南方稻田保护性耕作的研究进展与研究对策[J].土壤通报,2006,37(2):346—351.
- [4] 沈裕骥,黄相国,王海庆.秸秆覆盖的农田效应[J].干旱地区农业研究,1998,16(1):45—50.
- [5] 周兴祥,高焕文,刘晓峰.华北平原一年两熟保护性耕作体系试验研究[J].农业工程学报,2001,17(6):81—84.
- [6] 江晓东,李增嘉,侯连涛,等.少免耕对灌溉农田冬小麦/夏玉米作物水、肥利用的影响[J].农业工程学报,2005,21(7):20—24.
- [7] 江晓东,王芸,侯连涛,等.少免耕模式对冬小麦生育后期光合特性的影响[J].农业工程学报,2006,22(5):66—69.
- [8] 江晓东,迟淑筠,李增嘉,等.少免耕模式对冬小麦花后旗叶衰老和产量的影响[J].农业工程学报,2008,24(4):55—58.
- [9] 韩宾,李增嘉,王芸,等.土壤耕作及秸秆还田对冬小麦生长状况及产量的影响[J].农业工程学报,2007,23(2):48—53.
- [10] 姚珍,黄国勤,张兆飞,等.稻田保护性耕作研究Ⅲ.秸秆覆盖还田的土壤生态效应[J].耕作与栽培,2006,6:45—50.
- [11] 侯光炯,谢德体.水稻自然免耕可获高产[J].农业科技通讯,1986,11:2—4.
- [12] 徐增祥,任元.成都平原稻草覆盖麦田免耕栽培的效应[J].作物杂志,1999,(6):23—24.
- [13] 孙进,王义炳.稻草覆盖对旱地小麦产量与土壤环境的影响[J].农业工程学报,2001,17(6):53—55.
- [14] 汤永禄,黄铜.免耕露播稻草覆盖栽培小麦的生物学效应分析[J].西南农业学报,2003,16(2):37—41.
- [15] 钱国平,邱宁宁.小麦、油菜田稻草覆盖抗旱保墒节水培肥技术[J].中国农技推广,2003,3:53.

Effect of conservational farming on soil water and wheat yield in rotation paddy-upland crop field of Sichuan hilly area

ZHAO Xiao-rong¹, PU Bo², WANG Chang-tao¹, ZHAO Xie-jing¹

(1. Soil and Fertilizer Institute of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China;

2. Agricultural Department of Sichuan, Chengdu 610041, China)

Abstract: The influence of different farming patterns on soil moisture and wheat yield in rotation paddy-upland crop field of Sichuan hilly area was investigated by comparing conservational farming method of straw covering with traditional farming method of non-straw covering. The results showed that the straw covering farming method increased markedly soil water content compared with the traditional farming method (ck), and the non-tillage straw covering farming method especially overmatched the tillage straw/non-straw covering farming method. During the peak tillering period, the soil water content of the field treated by straw covering is 4.9% to 12.8% higher than the field treated by non-straw covering, and the higher soil water content is propitious to the growth of wheat. The results also showed that the wheat tillering numbers in the straw covering farming increased by 11.4% to 45.8% compared with the tillage non-straw covering farming. Higher wheat yield was found in the conservational farming method of straw covering mainly due to increased numbers of tillers, seeds and weight of 1000-grain weight, the wheat yield was increased by 3.2% to 18.1% in the straw covering compared with the non-straw covering farming method. So conservational farming had remarkable effect on wheat yield increase.

Key words: Sichuan hilly area; rotation paddy-upland crop field; conservational farming; soil water; wheat yield