

四川丘陵区保护性耕作对土壤水分和油菜产量的影响

赵小蓉¹, 陈曦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. 大英县农业局, 四川大英 629307)

摘要: 通过四川丘陵区 3 处理 3 重复的 4 年定位试验, 研究了保护性耕作栽培与传统耕作栽培模式对土壤水分及油菜产量的影响。结果表明: 覆盖处理对土壤有较好的保墒作用, 在油菜整个生育期, 覆盖处理土壤水分含量均高于翻耕不覆盖处理(CK), 土壤水分增加幅度为 4.9%~12.8%, 达到极显著水平; 油菜苔花期覆盖处理(翻耕覆盖、免耕覆盖)的土壤水分比翻耕不覆盖处理(CK)平均分别增加 4.1%、7.6%, 增加幅度为 2.2%~12.2%。覆盖处理有利于增加油菜单株角果数, 覆盖处理的油菜单株角果数比翻耕不覆盖(CK)增加 2.5%~10.4%; 保护性耕作对油菜增产作用明显, 覆盖处理比翻耕不覆盖(CK)平均分别增产 6.0%、10.5%, 增产幅度为 3.8~12.6%, 均达到极显著水平, 油菜单株角果数的增加对油菜增产有重要的作用。

关键词: 四川丘陵区; 保护性耕作; 土壤水分; 油菜产量

中图分类号: S152.7; S565.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)04-0169-04

保护性耕作(Conservation tillage)技术起源于美国, 是在遭受“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、澳大利亚等国家已较为完善和普及。此外, 墨西哥、以色列、印度、埃及和巴基斯坦等国也积极开展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, 具有较好的经济效益、生态效益和社会效益, 被认为是我国(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]。

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冬水田半旱式少耕法, 收到了增产、增收的效

果^[5]。郝义树试验结果表明, 稻草覆盖还田较稻草不还田增产, 稻草覆盖全量还田较稻草覆盖半量还田增产, 免耕较翻耕增产^[6]。也有研究表明, 油菜地稻草覆盖还田能增强土壤保水能力, 改善土壤理化性状, 促进油菜生长发育, 从而明显提高油菜产量^[7]。尽管如此, 通过长期定位试验对保护性耕作对油菜产量及土壤水分影响的研究相对较少。四川丘陵区是我国油菜的优势区域, 本文通过 4 a 定位试验, 对该问题进行了探讨。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 定位试验设计 该定位试验位于四川省简阳市东溪镇新合村七组樊初云责任田, 海拔高度为 420 m, 地理坐标为 104°36'33"E, 30°26'6"N。供试土壤为棕紫泥水稻土, 试验小区面积为 20 m²(5 m×4 m)。试验共设 3 个处理, 每个处理 3 次重复: 处理 1: 对照(CK) 翻耕不覆盖移栽(A); 处理 2: 翻耕覆盖移栽(B); 处理 3: 免耕覆盖移栽(C)。油菜移栽时各小区施尿素 0.50 kg(折合纯氮 115 kg/hm²)、过磷酸钙 1.2 kg(折合 P₂O₅ 72 kg/hm²); 处理 2 与处理 3 在油菜移栽后, 直接将上茬稻草全量覆盖于土表, 覆盖量折合干稻草为每小区 15 kg(折合 7 500 kg/hm²)。

供试油菜品种为德油 5 号, 秧田播种量 7.5

收稿日期: 2009-08-25

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: xrzhao@sohu.com。

kg/hm², 移栽规格为 40 cm × 33 cm, 移栽密度为每小区 150 株 (75 000 株/hm²)。2005 ~ 2009 年 4 个试验年度, 油菜的播种期分别为 2005 年 9 月 10 日、2006 年 9 月 12 日、2007 年 9 月 22 日和 2008 年 9 月 26 日; 移栽期分别为 2005 年 10 月 22 日、2006 年 10 月 13 日、2007 年 10 月 27 日和 2008 年 10 月 21 日; 收获期分别为 2006 年 5 月 14 日、2007 年 5 月 13 日、2008 年 5 月 12 日和 2009 年 5 月 11 日。

1.2 采样及数据分析方法

在油菜生长过程中, 每小区定 5 个点, 每隔 15 d 测定 0 ~ 20 cm 土壤水分。水分测试采用 SWR - II 型便携式水分测定仪。收获时每试验小区进行田间

抽样考种, 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 稻草覆盖对油菜田土壤水分的影响

图 1 为 2005 ~ 2006、2006 ~ 2007、2007 ~ 2008 和 2008 ~ 2009 年 4 个年度油菜田油菜不同生育时期 0 ~ 20 cm 土壤水分的变化情况。无论哪个年份, 在油菜整个生育期内, 该层段土壤水分变化的总体趋势一致, 油菜田覆盖处理 (B、C) 的土壤水分均高于不覆盖处理 (A); 且免耕覆盖处理 (C) 又显著优于翻耕覆盖处理 (B)。

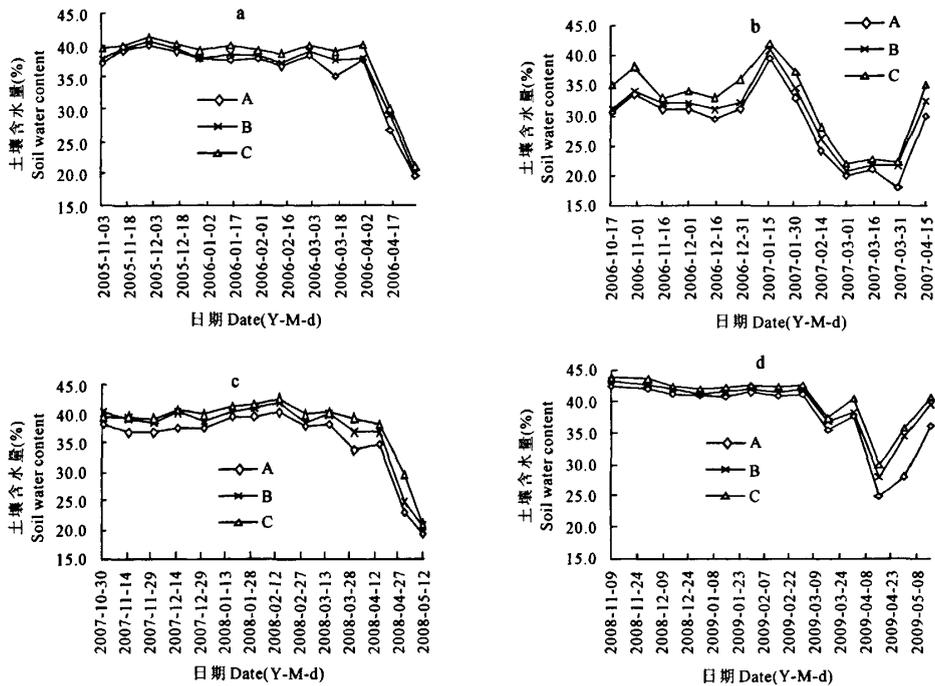


图 1 不同处理对油菜田土壤水分的影响 (2005 ~ 2009 年)

Fig. 1 The effect of different treatments on soil water content in 2005 ~ 2009

油菜苔花期是油菜全生育期中的需水临界期。此时若缺水则分枝短、花序短、花脱落严重, 直接影响产量。2005 ~ 2006 年苔花期覆盖处理 (B、C) 的土壤水分比不覆盖处理 (A) 分别高 2.8%、6.3%; 2006 ~ 2007 年苔花期高峰期覆盖处理 (B、C) 的土壤水分比不覆盖处理 (A) 分别高 8.2%、12.2%; 2007 ~ 2008 年苔花期覆盖处理 (B、C) 的土壤水分比不覆盖处理 (A) 分别高 5.0%、7.6%; 2008 ~ 2009 年苔花期覆盖处理 (B、C) 的土壤水分比不覆盖处理 (A) 分别高 2.2%、4.4%。通过对油菜苔花期土壤水分含量的方差分析 (表 1) 表明: 4 年覆盖处理的土壤水分含量

均极显著高于不覆盖处理 (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了一定阻隔作用, 从而有利于蓄水保墒, 提高土壤水分利用率, 这与钱国平、吴三妹等的研究结果一致^[4,8]。

2.2 稻草覆盖对油菜经济性状和产量的影响

2.2.1 稻草覆盖对油菜经济性状的影响 表 2 显示本研究 2005 ~ 2009 年 4 个年度不同处理对油菜单株角果数、角粒数、千粒重和产量的影响。

表1 油菜开花期土壤水分含量方差分析结果(2005~2009年)

Table 1 Variance analysis on soil water content during flowering period of rape in 2005~2009

处理 Treatments	2005~2006		2006~2007		2007~2008		2008~2009	
	水分含量(%) Water content	增加(%) Increase						
C	39.3aA	6.25	23.7aA	12.2	40.4aA	7.6	40.6aA	4.4
B	37.9bB	2.80	22.5bB	8.2	39.2bB	5.0	39.6bB	2.2
A(CK)	36.9cC	—	20.8cC	—	37.4cC	—	38.8cC	—

注:不同小写字母表示不同处理油菜田土壤含水率差异显著($P=0.05$),不同大写字母表示不同处理油菜田土壤含水率差异极显著($P=0.01$)。下同。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference($P=0.05$); different capital letters indicated most significant difference($P=0.01$). The same as below.

表2 不同处理的油菜经济性状(2005~2009年)

Table 2 The economic characters of rape for different treatments in 2005~2009

经济性状 Economic characters	2005~2006			2006~2007			2007~2008			2008~2009		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
单株角果数 Pod number per plant	557bB	571aAB	583aA	552cB	578bA	593aA	477cB	494bA	505aA	503cB	523bA	552aA
角粒数(粒/荚) Seed number per pod	14.9	15.2	16	14.9	15.1	15.3	15.0	15.3	15.2	15.4	15.5	15.6
千粒重(g) 1000 seeds weight	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.00	4.02	4.00	4.01	4.04	4.04	4.02
理论产量(kg/hm ²) Yield	2502	2617	2819	2480	2631	2722	2157	2267	2309	2347	2456	2596

4年结果均表明,稻草覆盖处理(B、C)的单株角果数比对照(A)增加2.5%~10.4%,均明显高于对照处理。用DPS分析软件对4个年度不同处理的油菜单株角果数进行单因素统计分析结果也表明:稻草覆盖处理(B、C)的单株角果数均极显著优于对照(A);免耕覆盖(C)处理与翻耕覆盖(B)处理间差异不显著。张玲与祝剑波等^[9,10]的试验结果均认为油菜免耕移栽稻草覆盖,能促进油菜早发、加速生长和增加生长量,表现为植株高大、分枝节位低、一次分枝数和单株角果数增加;对二次分枝、每角粒数和千粒重影响不大。本试验结果也表明稻草覆盖的确实

利于提高油菜的单株角果数。

分析结果还表明,稻草覆盖处理对角粒数和千粒重影响并不大。

2.2.2 稻草覆盖对油菜产量的影响 2005~2009年4个年度实收产量结果均表明,稻草覆盖处理(B、C)油菜产量均高于对照处理(A)。用DPS分析软件对不同处理的油菜产量进行单因素试验统计分析结果(表3)表明:4个年度覆盖处理(B、C)的油菜产量分别比翻耕不覆盖(A)增加3.8%~12.6%,差异均达到显著或极显著水平;免耕覆盖处理(C)与翻耕覆盖(B)处理差异显著,但未达到极显著水平。

表3 不同处理的油菜产量方差分析结果(2005~2009年)

Table 3 The result of variance analysis on rape yield in different treatments in 2005~2009

处理 Treatments	2005~2006		2006~2007		2007~2008		2008~2009	
	实收产量(kg/hm ²) Actual yield	增产(%) Increase						
A(CK)	2488bB	—	2473cB	—	2088cB	—	2320cB	—
B	2583aAB	3.8	2657bA	7.4	2233bA	7.0	2457bA	5.9
C	2665aA	7.1	2784aA	12.6	2317aA	11.0	2587aA	11.5

3 结论

本试验研究表明,稻田保护性耕作对改善油菜

季土壤水分状况和提高油菜产量有明显作用。

3.1 稻草覆盖有利于改善油菜田土壤水分状况

在油菜整个生育期,翻耕覆盖处理与免耕覆盖

处理的土壤水分含量均明显高于对照翻耕不覆盖处理,且免耕覆盖处理又明显高于翻耕覆盖处理。在油菜需水临界期——苔花期,翻耕覆盖处理与免耕覆盖处理的土壤水分比不覆盖处理分别高 4.9%~12.8%,4 a 平均翻耕覆盖处理及免耕覆盖处理的土壤水分比翻耕不覆盖(对照)处理分别高 4.1%、7.6%,免耕覆盖处理的土壤水分比翻耕覆盖处理高 3.4%。说明保护性耕作条件下,稻草覆盖对土壤有较好的保墒作用,特别是在油菜需水临界期的苔花期,此时水分充足有利于油菜结实率和产量的提高。

3.2 保护性耕作有利于提高油菜单株角果数

油菜角果数是油菜产量构成的重要因素,油菜角果数的增加有助于油菜产量的提高。不同处理的油菜经济性状分析表明,翻耕覆盖处理与免耕覆盖处理的油菜单株角果数分别比翻耕不覆盖处理(对照)增加 2.5%~10.4%,均极显著优于翻耕不覆盖处理(对照),角果数的增加为油菜产量的提高提供了保障。

3.3 稻草覆盖有利于提高油菜产量

在翻耕覆盖与免耕覆盖保护性耕作条件下,由于改善了土壤水分条件,对提高油菜产量的作用明显。各年度翻耕覆盖处理与免耕覆盖处理的油菜产量分别比翻耕不覆盖处理(对照)平均增产 6.0%、10.5%,增产幅度为 3.8%~12.6%,均达到显著或极显著水平;免耕覆盖处理的油菜产量较翻耕覆盖处理差异显著,但未达到极显著水平。

尽管 4 a 的定位试验结果表明,保护性耕作有利于改善油菜季土壤水分状况和提高油菜产量,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油菜的适宜免耕期限、最佳秸秆还田量、更加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] 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.
- [5] 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.
- [6] 郝义树.油菜—水稻保护性耕作对产量的影响研究[J].南方农业,2008,(2):14—15.
- [7] 王建华,马夕龙.油菜地覆盖稻草的效果[J].中国油料,1994,(2):65—66.
- [8] 吴三妹,杨文华,干春娟.稻草覆盖油菜地效应研究[J].上海科技,2000,(1):51—52.
- [9] 祝剑波,王岳忠.油菜免耕移栽稻草覆盖试验初报[J].上海科技,2007,(3):61—62.
- [10] 张 玲,祝元波.郭永杰稻草不同方式覆盖和免耕与翻犁对油菜产量影响试验总结[J].耕作与栽培,2006,(3):49.

The effect of conservational farming on soil water and oil-seed rape yield in hilly area of Sichuan

ZHAO Xiao-rong¹, CHEN Xi², WANG Chang-tao¹, ZHAO Xie-jing¹

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

2. Agricultural Bureau of Daying County, Daying, Sichuan 629307, China)

Abstract: Through a four-year experiment in oil-seed rape field located in hilly area of Sichuan, we studied the effect of different farming patterns (3 treatments with 3 replicates) on soil moisture and rape yield. The results indicated that the straw covering treatment could help the soil hold water. During the growth period of rape, the soil water content of the field treated by straw covering is 4.9% to 12.8% higher than that of the field treated by non-straw covering. During the flowering period of rape, the soil water content of the field treated by straw covering is 2.2% to 12.2% higher than that of the field treated by non-straw covering. The results also indicated that the straw covering treatment is propitious to the increase of rape pod number. The pod number of each rape in the straw covering farming increased by 2.5% to 10.4% compared with that in the tillage non-straw covering farming. The conservational farming method increased the rape yield significantly. When compared with the tillage non-straw covering farming, the rape yield in two different types of straw covering farming increased averagely by 6.0% and 10.5%. The increase of rape yield ranged from 3.8% to 12.6% mainly due to the increased number of rape pods.

Keywords: hilly area of Sichuan; conservational farming; soil water; oil-seed rape yield