

长期定位试验免耕覆盖对稻田土壤性状及作物产量的影响研究*

王志民¹, 薛国祥², 陈岗², 蔡光泽¹, 何天祥¹, 陈开陆¹

(1.西昌学院,四川西昌 615013;2.西昌市农业局,四川西昌 615000)

【摘要】为了研究免耕覆盖对土壤性状及作物产量的影响,2008年开始在西昌市小庙乡进行水稻-小麦轮作免耕覆盖长期定位试验,试验设置7个处理,其中3个代表性处理定期测定土壤养分含量、土壤含水量、土壤温度、土壤容重等指标。试验表明免耕覆盖可降低土壤容重,提高土壤养分含量,调控土壤温度,增加土壤含水量,提高作物产量。

【关键词】免耕覆盖;土壤养分;土壤温度;土壤含水量;土壤容重

【中图分类号】S158 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2010)01-0001-04

作为我国沃土工程的一项重要措施,免耕覆盖2003年开始在攀西安宁河流域推广,由于该区冬旱气候特征突出,小麦播种期缺水严重,致使免耕覆盖在该区推广阻力重重,至2008年仅推广1300余公顷。为探索免耕覆盖在该区主要轮作方式中的技术措施及其对土壤性状和作物产量的影响,2008年在西昌市小庙乡建设了3区组7处理的水泥砌体长期定位试验设施,进行中长期免耕覆盖对土壤性状和作物产量定位试验研究^[1-5],本文为2008年第1期小麦收获后栽培水稻免耕覆盖试验结果。

1 材料与方法

1.1 试验基本情况

试验地选在四川省西昌市小庙乡安宁村,地处东经102° 11' 36",北纬27° 53' 25",海拔1515m,处于安宁河平原中部,年均温17.2℃,年均日照2432.1小时,年均降水量1087.5mm,蒸发量1945mm,无霜期273d,属亚热带季风气候^[6]。土壤

属紫色冲积性水稻土,质地较粘重,土层深厚,保水保肥性好,但透气性差,肥力中等,地力均一。

试验于2008年3月20日播种,5月31日移栽,10月4日收获,全生育期共199d。

1.2 供试材料

1.2.1 供试品种:试验用水稻品种为西昌市主栽品种杂交水稻Ⅱ优838。

1.2.2 供试肥料:川化产尿素(N≥46%),云南产过磷酸钙(P₂O₅≥12%),加拿大产氯化钾(K₂O≥60%),肥料由西昌市农业局土肥站统一提供。微生物分解复合菌采用成都合成生物科技公司生产的腐杆灵。

1.3 试验设计

试验设计7个处理,每处理设置3次重复,随机区组排列,小区面积4m×5m=20m²,区组及小区间用水泥砖砌筑材料隔离,水泥砖体入土深0.4m,高出土面0.3m。每小区栽30行,每行20穴,小区四周留5穴保护行,处理及小区设计(表1,表2)。

表1 试验处理设计表

处理号	使用秸秆 (kg/小区)	秸秆处理使用物料 (g/小区)			秸秆处理方式
		尿素	硫酸	腐杆灵	
1	0	0	0	0	翻耕,秸秆带离本田,其他措施相同
2	20	0	0	0	翻耕,秸秆本田焚烧,其他措施相同
3	20	0	0	0	翻耕,秸秆本田入土,其他措施相同
4	20	75	0	0	免耕,秸秆本田覆盖,沤腐,不施腐杆灵+尿素
5	20	75	0	60	免耕,秸秆本田覆盖,沤腐,施腐杆灵+尿素
6	20	0	150	60	免耕,秸秆本田覆盖,沤腐,施腐杆灵+硫酸
7	20	75	0	60	免耕,秸秆本田覆盖,除草,施腐杆灵+尿素

表2 试验区组及小区田间布置表

区组 I	B	F	A	C	D	E	G
区组 II	C	D	E	B	G	F	A
区组 III	F	B	D	G	A	C	E

收稿日期:2010-01-12

*基金项目:四川省教育厅安宁河流域免耕覆盖技术研究项目。

作者简介:王志民(1962-),男,重庆涪陵人,教授,主要从事土壤改良与环境保护工作。

试验处理内容以外的栽培管理措施按当地常规生产实施,并控制一致,每小区相同措施均在同一天内完成。

1.4 试验数据测定方法

为减少田间数据测定工作量,试验数据测定1、3、5三个处理,土壤温度由田间埋深10cm的温度计定期测定,土壤水分在土壤含水量低于田间持水量的条件下取样用烘干法测定,土壤容重于播种前及收获后用环刀法测定,土壤养分含量于播种前及收获后分别采样测定。

2 结果分析

2.1 免耕覆盖对土壤养分含量的影响

从取样测定结果分析,秸秆还田比传统耕作土壤有机质含量,全量氮、磷、钾养分含量均有增加,表明秸秆还田有利于提高土壤养分含量(表3,表4)。

表3 水稻播种前土壤养分测定值

处理号	有机质 (g.kg ⁻¹)	全氮 (g.kg ⁻¹)	全磷 (g.kg ⁻¹)	全钾 (g.kg ⁻¹)
1	29.33	1.79	0.59	21.14
3	29.27	1.76	0.54	21.11
5	29.48	1.81	0.57	21.18

表4 水稻收获后土壤养分测定值

处理号	有机质 (g.kg ⁻¹)	全氮 (g.kg ⁻¹)	全磷 (g.kg ⁻¹)	全钾 (g.kg ⁻¹)
1	29.35	1.80	0.57	21.09
3	31.06	1.87	0.56	22.81
5	31.35	1.92	0.60	22.85

注:①播种前处理1土壤养分含量作为本试验本底值。

②数据由西昌市农业局土肥站化验室提供。

土壤有机质含量测定表明,采用不同的处理方式,对土壤有机质含量影响明显,秸秆还田使各处理的有机质含量都有所增加,3个处理中,免耕秸秆覆盖对土壤有机质含量提高最大,相对于翻耕秸秆还田和翻耕秸秆带离本土分别增加了0.93%和6.81%,翻耕秸秆还田比翻耕秸秆带离本土增加了5.83%。

土壤全量养分的变化,氮、磷、钾都有增加的趋势,其中土壤全氮含量处理5>处理3>处理1,处理5比处理3和处理1分别提高了2.67%和6.66%,土壤全磷含量和全钾含量处理5比处理1分别提高了5.26%和8.34%。

2.2 免耕覆盖对土壤温度的影响

2.2.1 不同处理土壤温度总体变化趋势:通过图1三个不同处理的温度变化趋势可以得出,处理5的土

壤温度略高于处理5和处理1,处理5和处理1两者基本持平。由于本试验是免耕覆盖试验第一阶段,不同小区处理表现出的特征差异性不明显,故不同处理温度较为接近。处理5为免耕覆盖还田,土壤含水量相对较高,热传导性好,表土温度较低。处理1为翻耕并将秸秆带离本田,翻耕使得土壤通透性较好,但相对于处理3缺少秸秆覆盖的保温作用,所以处理1土温也较低。

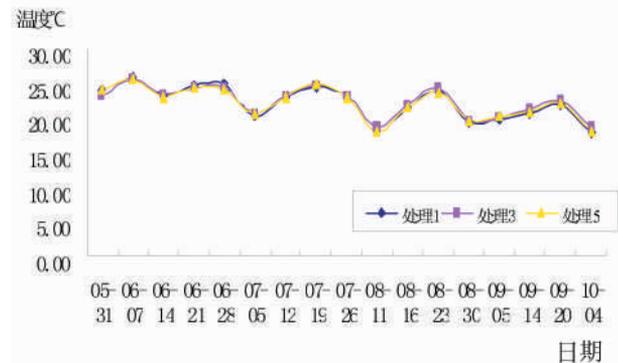


图1 不同处理土壤温度随时间变化曲线图

2.2.2 不同处理土壤温度变幅的差异分析:采用标准差分析各处理土壤温度变幅大小,当标准差值越小时,说明土壤温度变幅小,越大则反之,其计算公式如下:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (1)$$

S—标准差

N—样本总数,此为土壤温度测定次数

x—样本值,此为每次土壤温度的测定值

\bar{x} —样本平均数,此为所有土壤温度测定

平均值

将土壤温度测定值、测定平均值、测定次数代入公式(1),计算结果(表5)。

表5 不同处理土壤温度测定标准差值

处理号	处理1	处理3	处理5
S值	2.45656	2.18715	2.34036

表5显示,S_{处理1} > S_{处理5} > S_{处理3},秸秆还田能显著增强对土壤温度变化的缓冲作用。S_{处理3} < S_{处理5},说明在试验第一阶段秸秆翻耕入土较免耕覆盖对土温变化有更强的缓冲作用,分析原因可能为入土的秸秆分布在不同的土层中比秸秆直接覆盖到田面上更能缓冲土壤温度的变化。

2.2.3 不同处理土壤温度和当日大气温度差值大小比较分析:根据测定的各处理土壤温度与当日大气温度差值,将所有差值绝对值求和可判定不同处理与当日大气温度的差异大小趋势,公式如下:

$$M = |dq_1 - x_1| + |dq_2 - x_2| + \dots + |dq_n - x_n| \quad (2)$$

M——土壤温度与大气温度差值总和
 dq——当日大气温度
 xn——当日土壤温度
 n——测定次数

将土壤温度测定值、大气温度测定值、测定次数代入公式(2),计算结果(表6)。

表6 不同处理累计土壤温度与大气温度差值M值

处理号	处理1	处理3	处理5
M值	65.87	64.40	65.23

表6显示, $M_{处理1} > M_{处理5} > M_{处理3}$,表明秸秆还田可以使土壤温度变化趋于平稳,且秸秆翻耕入土更能增强其稳定性。

2.3 不同处理对土壤含水量的影响

2.3.1 不同处理土壤水分总体变化趋势:水稻生育期内,当其土壤含水量低于田间持水量时,测定土壤自然含水量,以时间为横坐标作图(图2)。

图2显示,当土壤含水量低于田间持水量时,处理3、处理5土壤含水量显著高于处理1,处理5多数时段略高处理3。处理1缺少秸秆的保温保水作用,土壤垂直向孔隙发达,致使土壤的含水量最低;相对于处理1,处理3有秸秆入土切断垂直向毛管孔隙作用,含水量较高;处理5秸秆覆盖能有效阻止土壤水分蒸发,提高土壤蓄水能力,土壤保墒能力强,土壤含水量高于其他处理。

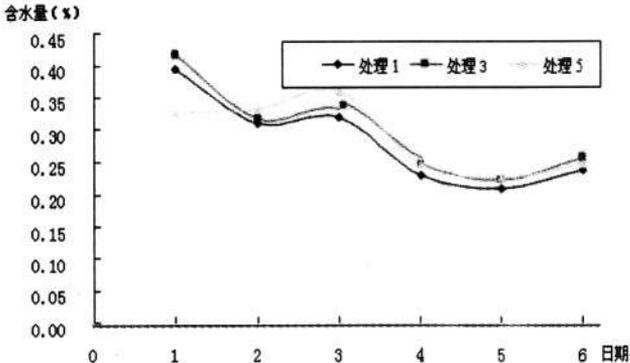


图2 不同处理土壤自然含水量随时间变化曲线图

2.3.2 不同处理土壤含水量变幅差异分析:采用标准差分析不同处理土壤含水量变幅大小,当标准差值越小时,说明土壤自然含水量变幅小,越大则反之。其计算公式同公式(1),变量为土壤自然含水量测定值、测定平均值和测定次数,计算结果(表7)。

表7 不同处理土壤自然含水量变化幅度标准差值

处理号	处理1	处理3	处理5
S值	0.07032	0.07200	0.05642

表7显示, $S_{处理3} > S_{处理1} > S_{处理5}$,处理5含水量变幅最小,处理3、处理1变幅较大,表明翻耕增强土壤通透性,土壤水分受外界条件的影响升降幅度大,

免耕覆盖即可提高土壤含水量,也减小了水分的蒸发。

2.4 不同处理容重差异分析

土壤容重(C_v)综合反映土壤的紧实度、结构性和通气透水性,一般土壤耕作层容重 $1.0\sim 1.3g/cm^3$,下部土层可达 $1.4\sim 1.6g/cm^3$,土壤容重越小表明土壤越疏松、通气透水性越好。本试验收割水稻后对处理1、3、5耕作层容重进行了多次测定,取其平均值(表8)。

表8 不同处理水稻收割后土壤容重测定值 单位: g/cm^3

处理号	处理1	处理3	处理5
C_v 值	1.29	1.23	1.27

表8显示, $C_{v_{处理1}} > C_{v_{处理5}} > C_{v_{处理3}}$,从土层扰动角度分析,秸秆翻耕入土容重最小,表明翻耕和入土秸秆对容重改良作用最强,翻耕但秸秆带离本田后随土粒沉降作用使土壤容重增大,免耕覆盖相比翻耕秸秆带离本田有微弱的改良效果,待后阶段试验作进一步研究。

2.5 不同处理水稻产量分析

产量是反映田间试验结果的综合指标,试验小区实际产量测定结果如表9。

表9 不同处理水稻实际产量测定表

处理	实际产量		比对照	
	小区(kg)	公顷(kg)	公顷(\pm kg)	公顷(\pm %)
1	16.01	8005.00	-	-
2	15.57	7785.00	-220	-2.75
3	15.92	7960.00	-45	-0.56
4	15.98	7990.00	-15	-0.19
5	16.21	8105.00	+100	+1.25
6	16.22	8110.00	+105	+1.31
7	15.97	7985.00	-20	-0.25

表9显示,以处理1为对照,仅免耕覆盖配施腐秆灵加尿素或硫铵处理增产 $1.25\%\sim 1.31\%$,其他处理有减产趋势。方差分析试验 $F=0.39$,小于 $F_{0.05}=3.40$ 的差异显著水平。免耕覆盖对作物产量的影响效应有待于后阶段试验进一步探索。

3 讨论

安宁河流域,水稻免耕覆盖可提高土壤养分含量,调控土壤温度,提高土壤含水量,降低土壤容重,提高作物产量。

3.1 试验表明免耕覆盖可提高土壤全氮 6.66% ,全磷 5.26% ,全钾 8.34% ,提高土壤有机质 6.81% 。

3.2 免耕覆盖对提高土壤温度作用不显著,但土温变幅减小,显示低温时有“增温效应”,高温时有“降温效应”。

3.3 免耕覆盖在不同时段可提高土壤含水量 2.4%~13.6%，覆盖后土壤含水量变幅减小，表明免耕比翻耕更能使水分在土壤中保持稳定，对促进土壤保墒有积极作用。

3.4 土壤容重的影响，以翻耕后秸秆还田容重降低

值最大，比翻耕后秸秆带离本田降低 0.06g/cm^3 ，免耕覆盖降低 0.02g/cm^3 。

3.5 产量分析，水稻实际产量免耕覆盖高于翻耕，但方差分析处理间差异不显著，需要下阶段试验进一步探索。

注释及参考文献：

[1]高旺盛.论保护性耕作技术的基本原理与发展趋势[J].中国农业科学,2007,40(12):2702-2708.
 [2]赵国臣等,郭晞明,隋鹏举,等.水田免耕试验示范研究[J].吉林农业科学,2004(1):6-9.
 [3]王昌全,魏成明,李廷强,等.不同免耕方式对作物产量和土壤理化性状的影响[J].四川农业大学学报,2001,19(2):152-154.
 [4]丁长杰,刘国学.浅谈保护性耕作[J].农业机械化与电气化,2004,(6):42-43.
 [5]张海林,高旺盛,陈阜.保护性耕作研究现状发展趋势及对策[J].中国农业大学学报,2005,10(1):16-20.
 [6]凉山州编译局.凉山气候与农业生产[M].成都:四川民族出版社,2002:74-94.

Study on the Effect of No-tillage Mulch on Soil Characteristics of Rice Fields and Crop Yield in Long-Term Located Field Experiment

WANG Zhi-ming¹, XUE Guo-xiang², CHEN Gang², CAI Guang-ze¹, HE Tian-xiang¹, CHEN Kai-lu¹
 (1.Xichang College, Xichang, Sichuan 615013; 2.Agricultural Bureau of Xichang, Xichang, Sichuan 615000)

Abstract: To study the effect of no-tillage mulch on soil characteristics and crop yield in wheat – rice rotation system, a long-term located field experiment had been put into practice in 2008. In this experiment the soil nutrient content, soil water content, soil temperature and soil bulk density had been determined regularly. The results show that no-tillage mulch can reduce soil bulk density, improve soil nutrient content, regulate soil temperature, enhance soil water content and increase crop yield.

Key words: No-tillage with mulch; Soil nutrient; Soil temperature; Soil water content; Soil bulk density