

秸秆还田对半干旱区土壤理化性状及玉米产量的影响

刘五喜, 靳彩霞, 柳琳, 王淑琼

(甘肃省庄浪县农业技术推广中心, 甘肃 庄浪 744699)

摘要: 连续4 a研究秸秆还田对土壤肥力、土壤墒情、玉米生长发育和产量的影响。结果表明, 秸秆还田全膜双垄集雨沟播处理产量最高, 折合产量为12 500 kg/hm²; 秸秆不还田常规种植处理产量最低, 折合产量为8 506 kg/hm²。秸秆还田处理平均产量为10 763 kg/hm², 秸秆不还田处理平均产量为9 918 kg/hm², 还田处理较不还田处理产量增加845 kg/hm², 增产率8.5%。地膜覆盖处理平均产量为11 916 kg/hm², 常规种植(露地)处理平均产量为8 766 kg/hm², 地膜覆盖处理较常规种植(露地)处理产量增加3 150 kg/hm², 增产率为35.9%。

关键词: 半干旱区; 秸秆还田; 土壤理化性状; 产量; 玉米

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 1001-1463(2016)06-0058-03

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.06.023](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2016.06.023)

庄浪县属陇中黄土高原丘陵沟壑区第三副区, 地处大陆腹地中纬度地带, 属温带大陆性半湿润季风气候区, 是典型的旱作农业区^[1-2]。玉米是庄浪县优势主导作物之一, 全县年播种面积1.47万hm²以上, 占农作物播种面积的15.76%; 总产达到4.8万t, 播种面积居第三位, 总产居第二位, 是农民的重要收入来源^[3]。近年来庄浪县大力推广“玉米全膜双垄沟播秸秆还田腐熟技术”, 有效地改善了土壤理化性状, 提高农产品品质, 增加了粮食作物产量, 减轻秸秆资源的浪费对环境造成的污染^[4-5]。为了进一步提高耕地质量, 实现秸秆资源化利用, 减轻地膜的环境污染, 我们研究了多年秸秆还田对土壤肥力、土壤墒情、玉米生长发育和产量的影响, 评价秸秆还田效果, 以探索秸秆还田代替地膜覆盖技术的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验为长期定位试验, 2012—2015年在南坪乡大庄村同一块地里实施。试验地位于东经106°04′37″, 北纬35°12′10″, 海拔1 629 m。试区年均降水量489 mm, 年平均气温8.1℃, 无霜期150 d, ≥10℃的活动积温2 720℃。

1.2 供试材料

供试氮肥为尿素(含N 46%), 系甘肃刘家峡化学工业集团生产; 磷肥为普通过磷酸钙(P₂O₅ 16%), 系云南昆阳磷化工集团生产。地膜为天水

天宝塑业有限公司生产, 秸秆腐熟剂为庄浪县招标的秸秆腐熟剂(北京市京园园生物工程有限公司生产)。指示玉米品种为兴达1号。

1.3 试验方法

试验设秸秆还田、地膜覆盖二因素, 设4个处理, 处理T1 秸秆不还田全膜双垄集雨沟播栽培; T2 秸秆不还田常规种植(不覆膜); T3 秸秆还田全膜双垄集雨沟播栽培; T4 秸秆还田常规种植(不覆膜)。随机区组设计, 3次重复, 小区面积30.8 m²(4.4 m × 7.0 m), 设置保护行, 走道50 cm。试验于4月14日统一播种, 行距55 cm, 株距30 cm, 密度为60 000株/hm²。

试验地为黄绵土, 土层深厚, 质地均匀。按8 250 kg/hm²的风干秸秆还田, 秸秆用粉碎机铡成长5~6 cm的小段, 按照设计均匀铺设地面后深耕翻埋, 然后起垄覆盖。腐熟剂用量30 kg/hm²。试验各处理施肥量相同, 施农家肥60 000 kg/hm²、N 240 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²、K₂O 45 kg/hm², 覆膜前条施1/3氮肥及全部磷钾肥, 其余氮肥于拔节期、大喇叭口期分别追施余量的1/2。田间管理同当地大田, 成熟期每小区取10株考种, 测定生物学性状, 各小区单打单收, 计实产。

播种期、出苗期、拔节期、大喇叭口期、吐丝期、成熟期用曲管地温计测定土壤温度, 选择天气晴朗日, 于11:00时在任意两株玉米中间位置测定不同土层的地温, 测定深度分别为5、10、

收稿日期: 2016-01-12

作者简介: 刘五喜(1981—), 男, 甘肃庄浪人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)18152251550。E-mail: lwx8197@163.com。

15、20、25 cm 5 个层次。分别在试验前和试验后取土样测定土壤养分, 取样深度为 0~20 cm, 采用 S 形布点 5 点混合法取土, 晾干后化验。测定项目为有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、有效磷、缓效钾、速效钾、pH。采用土钻取样烘干法测定土壤含水量, 播种前、收获后取 0~200 cm 土壤, 其余各生育时期取 0~100 cm 土壤分 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 共 5 层, 所取土样在 105℃~110℃烘箱中烘 6~8 h 至恒重后称重。

采用油浴加热重铬酸钾容量法测定有机质, 采用半微量开氏法测定全氮, 采用碱解扩散法测定碱解氮, 采用氢氧化钠熔融-钼锑抗比色法测定全磷, 采用碳酸氢钠提取-钼锑抗比色法测定有效磷, 采用碱熔-火焰光度法测定全钾, 采用硝酸提取-火焰光度法测定缓效钾, 采用乙酸铵提取-火焰光度法测定速效钾, 采用电位法测定 pH。

2 结果与分析

2.1 生育期

从表 1 看出, T1、T3 生育期为 149 d, T2、T4 生育期为 159 d, 地膜覆盖处理较露地处理生育期缩短 10 d(表 1)。

2.2 农艺性状

从表 2 可知, 秸秆还田处理分别较不还田处理茎粗增加 0.25 cm, 穗长增加 0.6 cm, 穗粗未增加, 秃顶减少 0.2 cm, 穗粒数增加 37.05 粒, 百粒重增加 2.05 g; 地膜覆盖处理较不覆盖处理茎粗增加 0.05 cm, 穗长增加 0.3 cm, 穗粗增加 0.4 cm, 秃顶

减少 0.7 cm, 穗粒数增加 73.65 粒, 百粒重增加 5.65 g。

2.3 土壤养分变化

基础值为 2012 年试验实施前的土壤养分情况。从表 3 看出, 容重基础值为 1.28 g/cm³, 有机质为 16.81 g/kg, 全氮为 0.89 g/kg, 有效磷为 22.9 mg/kg, 全磷为 0.71 g/kg, 速效钾为 196 mg/kg, 缓效钾为 1 088 mg/kg, 全钾为 19.26 g/kg, pH 为 8.71。各处理的养分含量为 2015 年玉米收获后取土化验的数据, 容重还田处理较不还田处理降低 0.03 g/cm³, 降幅 1.95%; 有机质还田处理较不还田处理增加 2.24 g/kg, 增幅 13.28%; 全氮还田处理较不还田处理增加 0.03 g/kg, 增幅 3.83%; 有效磷还田处理较不还田处理增加 1.59 mg/kg, 增幅 6.87%; 全磷还田处理较不还田处理增加 0.02 g/kg, 增幅 2.76%; 速效钾还田处理较不还田处理增加 19.85 mg/kg, 增幅 9.89%; 缓效钾还田处理较不还田处理增加 76.5 mg/kg, 增幅 7%; 全钾还田处理较不还田处理增加 0.57 g/kg, 增幅 2.95%。pH 还田处理较不还田处理降低 0.17, 降幅 2.01%。

2.4 土壤温度

玉米生育期 0~25 cm 土壤温度, 处理 T3(秸秆还田全膜双垄集雨沟播)平均为 21.56℃, 处理 T4(秸秆还田常规种植)平均为 20.00℃, T3 比 T4 提高 1.56℃。处理 T1(秸秆不还田全膜双垄集雨沟播)平均为 21.46℃, 处理 T2(秸秆不还田常规种植)平均为 19.72℃, T1 比 T2 提高 1.74℃。秸秆还田平均 20.78℃, 秸秆不还田平均为 20.59℃,

表 1 不同处理玉米物候期及生育期

处理	物候期(日/月)								生育期(d)
	播种期	出苗期	拔节期	大喇叭期	抽雄期	扬花期	灌浆期	成熟期	
T1	14/4	30/4	5/6	1/7	12/7	16/7	2/8	26/9	149
T2	14/4	4/5	10/6	8/7	20/7	26/7	12/8	10/10	159
T3	14/4	30/4	5/6	1/7	12/7	16/7	2/8	26/9	149
T4	14/4	4/5	10/6	8/7	20/7	26/7	12/8	10/10	159

表 2 不同处理玉米农艺性状

处理	株高(cm)	穗位(cm)	茎粗(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)	秃顶(cm)	双穗率(%)	穗行数(行)	行粒数(粒)	穗粒数(粒)	百粒重(g)
T1	329.8	140.4	2.80	22.5	5.8	1.6	8	17.4	36.4	633.40	31.60
T2	306.8	126.2	2.60	21.9	5.4	2.3	0	17.0	33.2	564.40	25.20
T3	320.6	137.6	2.90	22.8	5.8	1.4	10	17.4	38.8	675.10	32.90
T4	310.8	130.2	3.00	22.8	5.4	2.1	0	17.2	34.7	596.80	28.00

表 3 土壤养分变化

处理	容重(g/cm ³)	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	有效磷(mg/kg)	全磷(g/kg)	速效钾(mg/kg)	缓效钾(mg/kg)	全钾(g/kg)	pH
实施前基础值	1.28	16.81	0.89	22.90	0.71	196.00	1 088.0	19.26	8.71
T1	1.28	16.83	0.92	23.20	0.73	201.60	1 094.0	19.30	8.71
T2	1.28	16.82	0.91	23.10	0.72	199.70	1 091.0	19.30	8.69
T3	1.25	19.23	0.96	24.86	0.75	225.00	1 176.0	19.93	8.50
T4	1.26	18.89	0.94	24.62	0.74	216.00	1 162.0	19.81	8.55

还田较不还田地温增加 0.19 ℃；地膜覆盖平均为 21.51 ℃，地膜不覆盖平均为 19.86 ℃，地膜覆盖较地膜不覆盖提高 1.65 ℃(表4)。

表4 0~25 cm 土壤温度平均值 ℃

处理	出苗期	拔节期	大喇叭口期	吐丝期	成熟期	平均
T1	24.6	21.3	23.6	18.7	19.1	21.46
T2	20.7	19.6	21.8	18.3	18.2	19.72
T3	24.7	21.4	23.7	18.8	19.2	21.56
T4	20.9	19.8	21.9	18.4	19.0	20.00

2.5 水分利用效率

处理 T1 生育期含水量平均为 165.9 g/kg，处理 T2 生育期含水量平均为 157.3 g/kg，处理 T3 生育期含水量平均为 164.8 g/kg，处理 T4 生育期含水量平均为 155.5 g/kg。秸秆不还田含水量平均为 161.6 g/kg，秸秆还田含水量平均为 160.2 g/kg，不还田较还田含水量增加 1.45 g/kg(表5)。水分利用效率 T1 为 37.0 kg/(hm²·mm)，T2 为 25.3 kg/(hm²·mm)，T3 为 39.5 kg/(hm²·mm)，T4 为 26.6 kg/(hm²·mm)。秸秆还田平均为 33.0 kg/(hm²·mm)，秸秆不还田平均为 31.2 kg/(hm²·mm)，还田较不还田提高 1.8 kg/(hm²·mm)(表6)。

表5 0~100 cm 土壤平均含水量 g/kg

处理	出苗期	拔节期	大喇叭口期	扬花期	灌浆期	成熟期	平均
T1	198.5	182.5	167.5	148.5	127.0	171.6	165.9
T2	188.6	172.5	164.0	133.2	122.0	163.6	157.3
T3	200.0	181.2	165.2	148.0	125.3	169.2	164.8
T4	188.1	171.3	161.7	129.0	120.6	162.2	155.5

表6 0~200 cm 土壤贮水量及水分利用效率

处理	播前2m 贮水量 (mm)	收后2m 贮水量 (mm)	生育期 耗水量 (mm)	生育期 降水量 (mm)	籽粒 产量 (kg/hm ²)	水分利用 效率 [kg/(hm ² ·mm)]
T1	499.5	455.6	306.1	262.2	11 331.7	37.0
T2	499.5	425.7	336	262.2	8 506.9	25.3
T3	499.5	445.1	316.6	262.2	12 500.6	39.5
T4	499.5	421.9	339.8	262.2	9 026.4	26.6

2.6 产量结果

从产量结果(表7)看，T1 折合产量为 11 331 kg/hm²，T2 折合产量为 8 506 kg/hm²，T3 折合产量为 12 500 kg/hm²，T4 折合产量为 9 026 kg/hm²，T3 产量最高，T2 产量最低。秸秆还田处理产量平均为 10 763 kg/hm²，秸秆不还田处理产量平均为 9 918 kg/hm²，还田处理较不还田处理产量增加 845 kg/hm²，增幅 8.5%；地膜覆盖处理产量平均为 11 916 kg/hm²，常规种植(露地)处理产量平均为 8 766 kg/hm²，地膜覆盖处理较常规种植(露地)处

理产量增加 3 150 kg/hm²，增幅 35.9%。方差分析结果表明，处理间差异达极显著($F_{处理} = 194.93 > F_{0.01} = 9.78$)，重复间差异不显著($F_{重复} = 0.522 < F_{0.05} = 5.143$)；经多重比较，处理间差异均显著。

表7 产量结果

处理	小区平均产量 (kg/30.8 m ²)	折合产量 (kg/hm ²)	位次
T1	34.9	11 331 b B	2
T2	26.2	8 506 d C	4
T3	38.5	12 500 a A	1
T4	27.8	9 026 c C	3

3 小结与讨论

- 1) 秸秆还田全膜双垄集雨沟播处理产量最高，折合产量为 12 500 kg/hm²；秸秆不还田常规种植处理产量最低，折合产量为 8 506 kg/hm²。秸秆还田处理平均产量为 10 763 kg/hm²，秸秆不还田处理平均产量为 9 918 kg/hm²，还田处理较不还田处理产量增加 845 kg/hm²，增幅 8.5%；地膜覆盖处理平均产量为 11 916 kg/hm²，常规种植(露地)处理平均产量为 8 766 kg/hm²，地膜覆盖处理较常规种植(露地)处理产量增加 3 150 kg/hm²，增幅 35.9%。
- 2) 经过连续 4 a 秸秆还田，土壤容重、pH 有所下降，养分含量都有所增加，即秸秆还田可逐年提高土壤有机质。秸秆还田能提高土壤地温及水分利用效率，并且能够提高产量，减轻秸秆资源的浪费对环境造成的污染，因此，应大力推广玉米全膜双垄沟播秸秆还田腐熟技术。
- 3) 秸秆还田是改善农业生态环境，保护和提升耕地质量，增强农业综合生产能力的的重要途径。多年秸秆还田下，土壤有机质及土壤理化性状等指标的变化及相互关系，需进一步研究探讨。

参考文献:

- [1] 吴永斌. 庄浪县耕地质量评价[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2014.
- [2] 朱海媛, 陈英, 郭天文, 等. 基于 GIS 的庄浪县耕地地力等级评价[J]. 甘肃农业科技, 2011(6): 50-52.
- [3] 张立功, 高应平, 魏礼明, 等. 庄浪县全膜双垄沟播玉米测土配方施肥指标研究[J]. 甘肃农业科技, 2010(10): 34-36.
- [4] 白伟, 逢焕成, 牛世伟, 等. 秸秆还田与施氮量对春玉米产量及土壤理化性状的影响[J]. 玉米科学, 2015, 23(3): 99-106.
- [5] 慕平, 张恩和, 王汉宁, 等. 连续多年秸秆还田对玉米耕层土壤理化性状及微生物量的影响[J]. 水土保持学报, 2011, 10: 81-86.

(本文责编: 陈珩)