

不同剂量秸秆还田的保墒效果及其 对玉米产量的影响

陈富强, 张玉龙, 黄毅, 魏巍, 苏敏, 赵众, 王静

(沈阳农业大学 土地与环境学院 辽宁省农业资源与环境重点实验室, 辽宁 沈阳 110866)

摘要: 为了探讨在覆膜基础上不同剂量秸秆还田的保墒增产效果, 在辽宁省朝阳市建平县的坡耕地上布设了田间小区试验; 对未施入秸秆以及施入 400, 800, 1200 和 1600 kg/hm² 共 5 种不同剂量处理秸秆还田的旱地农田土壤墒情及玉米产量进行了比较分析。结果表明, 800 kg/hm² 处理的保墒效果优于其它各秸秆还田处理, 400, 800, 1200 和 1600 kg/hm² 这 4 种不同剂量秸秆还田处理产量分别为 5 069.20, 5 781.46, 5 462.25 和 5 407.46 kg/hm², 较对照处理分别增产了 18.62%, 35.28%, 27.81% 和 26.53%; 800 kg/hm² 处理对玉米生长发育状况的影响优于其它剂量秸秆还田与未施入处理, 差异均达极显著水平。

关键词: 秸秆还田; 土壤含水量; 水分利用效率; 产量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)02-0247-04

中图分类号: S181, S157.4

Effects of Returning Crop Residual as Mulch on Soil Moisture Retention and Corn Yield

CHEN Fu-qiang¹, ZHANG Yu-long, HUANG Yi, WEI Wei, SU Min, ZHAO Zhong, WANG Jing

(Soil and Environmental College of Shenyang Agricultural University, Key Laboratory of

Agricultural Resource and Environment Liaoning Province Shenyang, Liaoning, Shenyang 110866, China)

Abstract: In order to investigate on the effects of returning crop residual as mulch in addition to film mulching, field plot experiments were deployed in sloped lands of Jianping County, Chaoyang City, Liaoning Province. Five levels of residual returning (0, 400, 800, 1200 and 1600 kg/hm²) were compared in terms of soil moisture retention and maize yield. The results show that the residual returning treatment of 800 kg/hm² exhibited the best effect on soil moisture retention. The yields of the lands with residual returning of 400, 800, 1200 and 1600 kg/hm² were 5 069.20, 5 781.46, 5 462.25 and 5 407.46 kg/hm², with increases of 18.62%, 35.28%, 27.81% and 26.53%, respectively, in comparison of the control. The treatment of 800 kg/hm² also displayed the best influences on maize growth in comparison of the others, as indicated by the statistically significant difference.

Keywords: returning residual as mulch; soil water content; water use efficiency; yield

农作物秸秆资源的利用与整个农业生态系统中的土壤肥力、水土保持、环境安全以及农村能源的有效利用等问题有着密不可分的联系, 所以秸秆有效利用的问题已经引起世界各国的普遍关注。作物秸秆富含氮、磷、钾、钙、硫等多种营养元素, 纤维素、木质素等多种富碳物质含量也相当丰富, 进行还田后有利于更新土壤腐殖质, 维持土壤有机质平衡, 并能使因

长期使用无机肥造成板结的土壤得到改良, 达到以草养田、培肥地力、改善土壤理化性状、促进土壤养分生物有效性的作用^[1]。从古自今, 已经出现如堆腐还田、过腹还田、覆盖还田、高留茬和粉碎还田等多种秸秆还田方式。国内外众多学者对秸秆还田的研究颇多, 内容和范围涉及到土壤理化性状、生物学性状、土壤有机质和养分状况, 以及秸秆还田后对后茬作物生

收稿日期: 2010-12-27

修回日期: 2011-01-26

资助项目: 农业部重大农业攻关项目“北方主要作物抗旱节水综合技术与示范”(200903007-08); 辽宁省教育厅资助项目(05L386); 辽宁省教育厅创新团队资助项目(2007T156)

作者简介: 陈富强(1984—), 男(汉族), 辽宁省大连市人, 硕士研究生, 从事土壤改良与农业节水等方面研究。E-mail: chenfuqiang8492@163.com。

通信作者: 张玉龙(1954—), 男(汉族), 辽宁省朝阳市人, 教授, 博士生导师, 主要从事土壤改良及旱作农业方面的研究。E-mail: ylzsa@163.com。

长的影响等。秸秆是重要的有机肥源,作为有机肥的途径包括堆沤、垫圈和直接还田等^[2]。近十几年来,我国由于作物产量的不断提高与机械收割的发展,秸秆直接还田的数量与比例不断增加,对秸秆还田的时期、数量、方式、土壤生物学效应及产量效应等问题也已进行了较多的研究。由此可见,在现代可持续农业和有机农业以及生态农业的发展中,秸秆还田已经具有十分重要的作用,在农村新的生产条件和发展条件下,积极探索与中国耕作制度相适应的秸秆利用有效途径,是我国农业可持续发展领域所面临的重大课题^[3]。本研究是在总结前人研究的基础上,通过覆膜基础上不同剂量秸秆还田的对比研究,阐明秸秆整株还田对改善农村生态环境、提高农业生态系统质量和提高我国生产与经济效益进行综合性评价,为覆膜与秸秆还田相结合的耕作技术在广大农村的大面积推广提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在辽宁省朝阳市建平进行,属于北温带大陆性半干旱半湿润季风气候,位于其南部的松岭山脉阻挡海洋暖湿润气流,西部和北部背靠内蒙古高原,每年秋、冬和春季干冷空气侵入,致使当地四季分明、光照充足、昼夜温差大,降水偏少。试验区所在年平均降水量约 400 mm、年蒸发量超过 1 800 mm,蒸发量约为降雨量的 4 倍,多年平均气温为 7.9 °C,大于和等于 0 °C 积温为 3 768 °C,无霜期 130 d,年日照时数 2 894 h,光辐射总量 590.37 kJ/hm²。试验区土壤为褐土,试验布设在坡度约为 2° 的坡耕地上,0—40 cm 土层土壤基本性状如表 1 所示;2010 年试验期间月降雨量及蒸发量如图 1 所示,具有较好的代表性。

表 1 试验区土壤的肥力状况

土层深度/ cm	有机质/ (g · kg ⁻¹)	全氮/ (g · kg ⁻¹)	全磷/ (g · kg ⁻¹)	全钾/ (g · kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹)
0—10	17.58	1.32	0.32	21.52	76.90	7.96	151.50
10—20	16.22	1.29	0.29	22.57	64.52	0.74	108.60
20—30	15.34	1.10	0.25	21.53	53.04	0.23	101.02
30—40	15.12	1.02	0.25	22.08	55.69	0.11	98.72

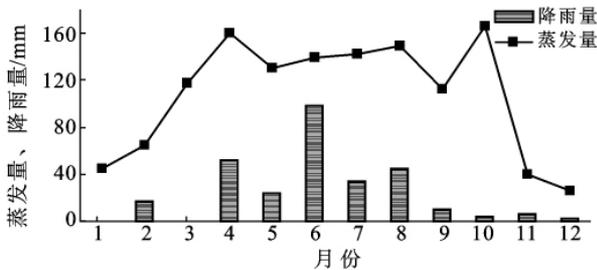


图 1 试验期间月降雨量与蒸发量分布

1.2 试验材料

供试作物为玉米,品种为丹玉 90,为当地常用品种。采用大垄双行、种二垄空一垄的方式种植,即在大垄双行的中间,用犁破开垄台同时施入总量 1/2 的基肥;然后用犁破开两条边垄的垄台,在成垄,两垄中间施入不同剂量秸秆,同时在破开的两条边垄的垄沟里分别施入总量 1/4 的基肥,之后合成新垄;最后覆膜,为延长农膜的寿命,覆膜后在膜上盖约 1 cm 厚的细土,种植玉米的双行垄台宽 1.0 m,不种玉米的空行垄台宽 0.5 m,各处理施用肥料种类和用量相同,均为玉米专用肥(N:P₂O₅:K₂O=18:15:18)375 kg/hm²,鸡粪 1 200 kg/hm²。2010 年 4 月 21 日播种,其后的田间管理按照当地常规方法进行;2010 年

9 月 20 日收获,收获时按小区计产,单打单收。

1.3 试验方法

试验共设 5 个处理,分别为 CK(对照处理,未施入秸秆)、秸秆还田剂量分别为 400, 800, 1 200, 和 1600 kg/hm²。每个试验小区面积 42 m²(7 m × 6 m),3 次重复,小区随机排列。

于春播前(2010 年 4 月 21 日)至收获后(2010 年 9 月 20 日)使用便携式测墒仪(FDR)测定土壤含水量(测量精度 ± 1%),测定深度为 0—5 cm, 5—10 cm, 10—15 cm, 15—20 cm, 20—25 cm, 25—30 cm, 30—35 cm, 35—40 cm。采用 Excel 和 DPS 统计分析软件对试验所得的数据进行方差分析和多重比较;在玉米生育期内对土壤养分、株高及茎粗进行测定。

2 结果与分析

2.1 不同时期土层土壤体积含水量变化

春播前(2010 年 4 月 21 日)至收获后(2010 年 9 月 20 日)试验区各处理 0—40 cm 土层土壤体积含水量测定结果列于图 2(由于篇幅有限,仅列出 4 月和 9 月含水量变化图)。

由图 2 中可以看出,与未施入秸秆的处理相比,

不同剂量秸秆还田均能提高土壤各层的含水量^[4],其中尤以 800 kg/hm² 处理最为明显,各土层含水量均高于其它处理。各处理对 0—20 cm 土层土壤含水量

影响较大,对 20—40 cm 土层土壤含水量影响较小,说明秸秆还田能有效地改善辽西旱作地区春播前耕层土壤水分条件。

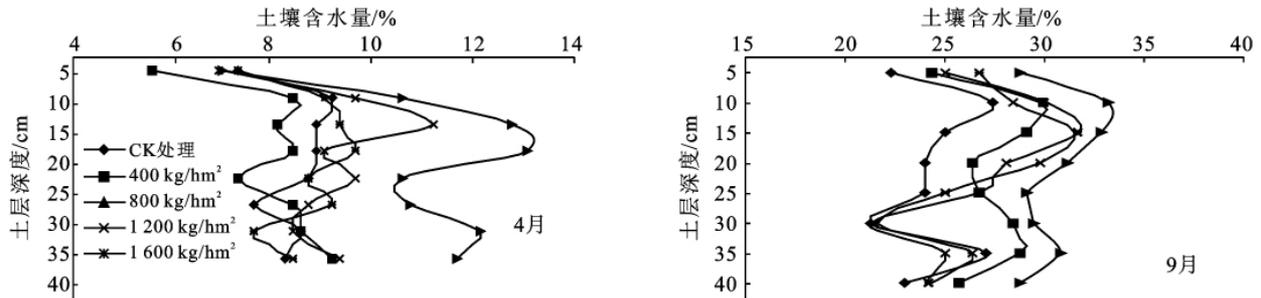


图 2 不同时期不同秸秆施入量各土层土壤体积含水量变化

2.2 不同剂量秸秆还田对玉米产量的影响

表 2 为不同剂量秸秆还田对玉米产量及其构成因素的影响,由收获后的产量结果可知,各秸秆还田处理小区玉米产量均高于对照,分别比对照增产 18.62%,35.28%,27.81%和 26.53%;而其中尤以 800 kg/hm² 处理增产最为明显,与其它各剂量还田处理间的差异均达极显著水平。这表明在辽西旱农区进行秸秆还田可显著提高玉米产量^[5],且 800 kg/hm² 处理的效果优于其它剂量处理的效果。

表 2 不同处理玉米产量构成因素及产量状况

秸秆量/ (kg · hm ⁻²)	产量构成因素			产量/(kg · hm ⁻²)	较对照 增产/%
	单位 穗数	穗粒数	百粒重/ g		
CK	2 290.03	471.56	31.45	4 273.56 ^{eE}	—
400	2 430.64	558.42	33.11	5 069.20 ^{dD}	18.62
800	2 502.77	596.81	33.98	5 781.46 ^{aA}	35.28
1 200	2 461.55	572.29	33.49	5 462.25 ^{bB}	27.81
1 600	2 456.27	576.91	33.39	5 07.46 ^{cC}	26.53

注:表中小写字母和大写字母分别代表 5%和 1%显著水平的差异性。单位穗数为每 0.067 hm² 的穗数。

由表 2 的统计结果可见,单位面积玉米穗数、穗粒数、百粒重这 3 个产量构成要素,800 kg/hm² 处理与对照相比分别增加了 9.29%,26.56%,8.04%;1 200 kg/hm² 处理与对照相比分别增加了 7.49%,21.36%,6.49%,1 600 kg/hm² 处理与对照相比分别增加了 7.26%,22.34%,6.18%;400 kg/hm² 处理与对照相比分别增加了 6.14%,18.42%,5.29%。各处理每单位(0.067 hm²)穗数、穗粒数、百粒重大小顺序相同:800 kg/hm² 处理 > 1 200 kg/hm² 处理 > 1 600 kg/hm² 处理 > 400 kg/hm² 处理 > CK,其中 800 kg/hm² 处理与其它各处理的穗粒数与对照间差异均达到了极显著水平。处理间玉米产量差异明显,

秸秆还田各处理的小区玉米产量与对照相比均有大幅提升^[6]。由此可见,在辽西干旱区进行秸秆还田栽培措施对当地玉米增产增收具有十分重要地意义。

2.3 不同剂量秸秆还田对玉米生长发育状况的影响

秸秆还田处理同裸地对对照相比,其水热条件有很大差别,作物的生长发育主要受环境条件的影响,而土壤水分对作物生长过程的影响最为密切^[7]。这种影响又直接反应在作物生长发育状况、产量及水分生产效率的差异上,因而玉米生长发育状况在不同秸秆还田处理下表现不同^[8]。

2.3.1 对株高的影响 于玉米拔节期(2010 年 6 月 21 日)测量各处理内玉米植株高度(图 3)。由图 3 可知,不同处理玉米平均株高的排列顺序为:800 kg/hm² 处理 > 1 600 kg/hm² 处理 > 1 200 kg/hm² 处理 > 400 kg/hm² 处理 > CK。与对照相比,秸秆还田各处理的平均株高分别高出了 45.67,38.67,30.57 和 19.17 cm,对不同处理玉米株高多重比较分析可知,秸秆还田各处理与对照之间的差异均达到了 1%极显著水平,而 800 kg/hm² 处理与其它各剂量秸秆还田处理之间的差异也达到极显著水平。

2.3.2 对茎粗的影响 不同处理玉米平均茎粗的测定结果如图 3 所示。

由图 3 可以看出,玉米平均茎粗的排列顺序为:800 kg/hm² 处理 > 1 600 kg/hm² 处理 > 1 200 kg/hm² 处理 > 400 kg/hm² 处理 > CK。各秸秆还田处理的平均茎粗较对照分别增加了 37.15%,28.74%,26.87%和 17.27%。对不同处理玉米茎粗多重比较分析可知,各秸秆还田处理与对照间差异均达到了 1%极显著水平,而 800 kg/hm² 处理与其它各剂量秸秆还田处理之间的差异也达到极显著水平。可见,秸秆还田栽培措施由于土壤水热状况的改善,玉米生理代谢旺盛,对于作物生长发育状况具有明显的促进作用。

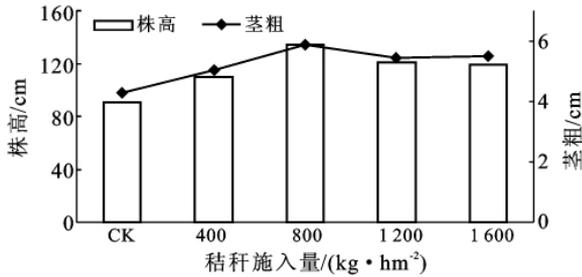


图 3 不同处理对玉米株高及茎粗的影响

3 结论

(1) 800 kg/hm² 处理保墒效果优于其它剂量的秸秆还田处理。在整个玉米发育过程中,800 kg/hm² 处理在 0—40 cm 土层土壤含水量均高于其它处理,800 kg/hm² 处理与其它各处理的土壤含水量差异达到极显著水平,这表明秸秆还田栽培技术能显著提高播种前土壤水分含量,其效果以 800 kg/hm² 处理最为显著。

(2) 800kg/hm² 处理的玉米产量高于其它处理。400,800,1 200 和 1 600 kg/hm² 这 4 种不同剂量秸秆还田处理产量分别为 5 069.20,5 781.46,5 462.25 和 5 407.46 kg/hm²,分别增产 18.62%,35.28%,27.81%和 26.53%。800 kg/hm² 处理的玉米产量构成 3 要素(单位面积穗数、穗粒数和千粒数重)均高于其它各处理,这说明秸秆还田有利于春季农田保墒,改善玉米的长势,为玉米增产提供了支持。

(3) 800 kg/hm² 处理对玉米生长发育状况的影响优于其它剂量处理及未还田处理。800 kg/hm² 处理内玉米的株高、茎粗等指标均优于其它处理,差距均达到极显著水平。

(4) 800 kg/hm² 处理有利于解决当地春旱无法播种,出苗难的农业生产“瓶颈”问题。试验期间的 4—9 月降水量变差大,4 月和 5 月墒情低、春旱明显,6 月后降水逐渐增加,墒情好转,且土壤水分含量的变化主要发生在 0—40 cm;而秸秆还田调控水分的效果在 5 月期间 0—40 cm 土层达到最大,这说明秸秆还田栽培技术保墒不仅可能,而且是必要的。

4 讨论

秸秆是农作物的重要副产品,同时也是工、农业生产的重要生产资源。作为一种资源,农作物秸秆可用作肥料、饲料、生活燃料及造纸、制炭、建材、编织等工副业生产的原料等^[9]。世界上凡是农业发达的国家,都很重视施肥结构的科学合理,秸秆大部分都要

还田。目前开发利用秸秆已成为我国农业生产资源开发和环境保护的新焦点^[10]。

近 10 a 来,秸秆还田发展很快,秸秆还田面积以年平均 10% 以上的速度增长。秸秆还田有堆沤还田、过腹还田、直接还田等多种方式^[11]。随着科学技术的进步,农业机械化水平的提高,秸秆的利用正由原来的堆沤肥向秸秆直接还田转变。秸秆还田技术,不仅抢农时,抢积温,解决了及时处理大量秸秆就地还田,避免了因腐烂焚烧带来的污染环境等问题,而且为大面积以地养地,增加土壤有机质含量,改善土壤结构、培肥地力,提高农作物产量走出了新路子。大量的科学试验结果表明,把作物秸秆进行翻压还田或覆盖还田是一项有效的增产措施,一般都能增产 10% 以上。此外,秸秆还田技术在抗旱保墒、减少化肥用量和节约生产成本、保护生态环境等方面均有明显效果^[12]。

[参 考 文 献]

- [1] 张国礼. 旱作农业区玉米秋覆膜的效应与配套栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2004(9): 27-28.
- [2] 张雷, 牛建彪, 赵凡. 旱作玉米双垄面集雨全地面覆膜沟播抗旱增产技术研究[J]. 甘肃科技, 2004, 20(11): 174-175.
- [3] 景泰来. 旱地玉米秋季全覆膜栽培节水增产效果研究[J]. 甘肃农业科技, 2004(6): 24-25.
- [4] 程炳文, 王勇, 罗世武, 等. 地膜玉米不同处理土壤水分和温度变化规律对产量的影响[J]. 玉米科学, 2006, 14(1): 144-145.
- [5] 张万文, 王萍, 王彦华, 等. 春玉米地膜覆盖增产因素研究[J]. 杂粮作物, 2000(2): 29-31.
- [6] 李世清, 李凤民, 宋秋华, 等. 干旱地区地膜覆盖对作物产量和氮利用效率的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(2): 205-209.
- [7] 胡芬, 陈尚谟. 旱地玉米农田地膜覆盖的水分调控效应研究[J]. 中国农业气象, 2000, 21(4): 27-28.
- [8] 张玉龙, 黄毅, 邹洪涛, 等. 辽西地区的干旱特征与降水资源调控的可能性分析[J]. 农业科技与装备, 2007, 6(12): 10-11.
- [9] 员学锋, 吴普特, 汪有科. 地膜覆盖保墒灌溉的土壤水、热以及作物效应研究[J]. 灌溉排水学报, 2006, 5(1): 25-29.
- [10] 韩丙芳, 田军仓, 杨金忠. 玉米膜下灌溉条件下土壤水、热运动规律的研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(12): 85-89.
- [11] 潘渝, 郭谨, 李毅, 等. 地膜覆盖条件下的土壤增温特性[J]. 水土保持研究, 2002, 9(2): 130-134.
- [12] 李文军, 刘作新, 舒乔生, 等. 植物纤维地膜的土壤水热及作物产量效应[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(6): 24-27.