

# 垄作区几种保护性耕作种植模式研究

王庆杰<sup>1</sup>, 李洪文<sup>1</sup>, 奚佳有<sup>2</sup>, 张旭<sup>3</sup>, 尤晓东<sup>3</sup>, 张洪涛<sup>4</sup>

(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 沈阳市苏家屯区农机化技术推广服务站, 沈阳 110101; 3. 辽宁省农业机械化研究所, 沈阳 110161; 4. 辽宁省农业机械化推广站, 沈阳 110034)

**摘要:** 主要对东北垄作区实施保护性耕作技术种植玉米试验进行了分析和评价。试验结果表明:在东北垄作区实施保护性耕作技术是可行的,能够增加作物产量,减少作业成本。与传统耕作模式相比,碎茬覆盖模式的产量增加了14.96%,高留茬模式增加了9.5%,而作业成本碎茬覆盖模式减少了29.4%,高留茬模式则减少了23.5%。比较各项指标,碎茬覆盖模式更加体现出了保护性耕作技术的优越性,具有更好的推广前景。

**关键词:** 保护性耕作; 垄作; 产量; 玉米; 免耕播种机

中图分类号: S345

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2009)07-0035-03

## 0 引言

保护性耕作技术是对农田实行免耕、少耕、用作物秸秆覆盖地表,使用农药来控制杂草和病虫害的一种耕作技术。国内外长期试验研究表明:保护性耕作技术具有控制农田水土流失、保墒蓄水、增产增收和改善生态环境等综合效益<sup>[1]</sup>。东北冷凉风沙区春季播种时气温低、雨水少、墒情差、生产成本高等问题阻碍了农业的可持续发展<sup>[2]</sup>。为了提高地温,提高播种后种子的发芽率,垄作一直作为东北冷凉风沙区特有的种植模式<sup>[6]</sup>,而传统玉米垄作种植模式主要是春季旋耕机灭茬整地,然后通过起垄机起垄,最后用播种机播种、垄形修复、镇压等,该种植模式对土壤扰动大,水分散失严重,加剧了土壤风蚀,而且机具进地次数多,既增加了能耗和作业成本,又破坏了土壤的自身结构,不利于农业的可持续发展<sup>[7]</sup>。为此,提出了在东北垄作区推广保护性耕作技术的设想。保护性耕作技术主要应用于我国华北一年两熟区,而对于东北垄作区的保护性耕作种植模式研究相对较少。目前,东北垄作区主要的保护性耕作模式有碎茬覆盖模式、高留茬模式两种,但缺少系统针对现有保护性耕作模式的研究对比。本文的目的是通过对垄作区保护性耕作试验田的分析和研究,提出适合东北垄作区保护性耕作模式。

收稿日期: 2008-10-31

基金项目: 中国农业大学科研启动基金项目(2007028)

作者简介: 王庆杰(1979-),男,山东烟台人,博士生,(E-mail) wangqingjie\_1979@163.com。

通讯作者: 李洪文(1968-),男,江苏泗阳人,教授,山东理工大学“泰山学者”,特聘教授,(E-mail)Lhwen@cau.edu.cn。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验田气候

试验田位于辽宁省沈阳市苏家屯区(东经 23°15',北纬 41°33'),海拔 35m,年日照 2 372~2 600h,年平均气温 6~7℃,无霜期时间 147~164d,≥10℃气温 3 100~3 400℃,年降雨量 650~686mm。该地区为一年一熟区,种植单一作物玉米。播种时间 4月20日-4月28日,收获时间为 10月1日-10月8日。

### 1.2 实验田设计

试验田共分为 3 种处理模式,分别为碎茬覆盖模式、高留茬模式以及传统耕作模式,其中每种处理模式重复 3 次。碎茬覆盖模式是指玉米通过联合收获机收获后,秸秆直接由粉碎机粉碎还田,覆盖地表,春季播种时,直接通过免耕播种机进行播种。高留茬模式是指玉米收获后,玉米秸秆人工进行割除移走,地表留茬高度在 25cm 左右,春季播种时,直接通过免耕播种机进行播种。传统耕作模式是指秋季玉米人工收获后,人工割除移走秸秆,地表留茬高度在 10cm 左右,春季播种时,首先通过整地机械进行整地起垄,再由播种机播种。

### 1.3 秸秆覆盖率测试

秸秆覆盖率测试方法是使用 20m 长的细绳,每隔 10cm 做一个记号,测定时将细绳拉直与作物种植方向成 45° 铺放,数出记号下有秸秆的点数,再除以总记号数,即为覆盖率。每个处理取 9 个具有代表性的测试小区(每个重复取 3 个小区)进行测试,然后求出平均值。测出的秸秆覆盖率为:碎茬覆盖(播前为 92.5%,播后为 80%);高留茬模式(播前为 47.5%,

播后37.5%);传统的耕作模式(播前为2.5%,播后为7.5%)。

1.4 土壤含水率测试

在作物的不同生长期分别采集了3种处理在0~10cm深度的土样,通过烘箱烘烤的方法测试土壤的含水率,每种处理取9个土样,然后求其平均值。

1.5 叶面积指数

试验采用定标准株取样测定的方法,在玉米生长过程中,每个小区随机选取8株样株,自玉米三叶期开始测定玉米的叶面积。

2 试验结果与分析

2.1 试验地播种

2007年4月28日对试验田进行播种试验,播种过程使用了两种播种机。其中,碎茬覆盖模式和高留茬模式采用了中国农业大学研制的2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机直接播种,而传统耕作模式采用了辽宁省农机研究所研制生产的旋耕整地起垄机和2BQL-2型传统播种机(整地起垄后播种),使用了动力为20.6kW的小四轮拖拉机3台。

为了保证播种质量,本次试验考虑当地种植习惯、气候特点、地表概况、土质和土壤墒情等多方面因素,并参考以前的试验结果。选择的播种农艺规程:播种量31.5kg/hm<sup>2</sup>;施肥量450kg/hm<sup>2</sup>(氮肥kg,尿素kg);行距为60cm;施肥深度为8~9cm;播种深度为4~5cm。3种播种模式均采用相同的播种农艺规程。

2.2 含水率

不同处理下的土壤含水率对比,如图1所示。

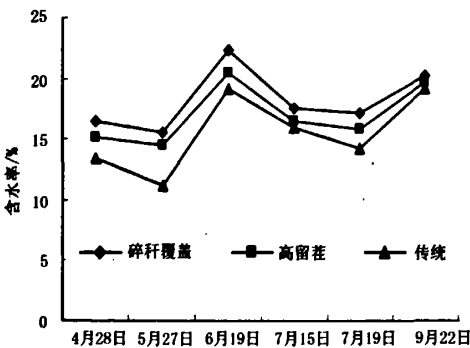


Fig.1 The comparison of soil water content under different tillage

从图1中可以看出在整个生长期不同处理之间的土壤含水率存在差异。其中,碎茬覆盖模式的土壤含水率最高,而传统模式的土壤含水率最低。其主要是由于碎茬覆盖可以有效地减少土壤水分蒸发,增加土壤蓄水能力;而传统模式采用了翻耕播种技术,

该种播种技术将表层的干土翻到20~30cm,深层的湿土被翻到了地表,增加了土壤水分的散失。大量的研究表明,秸秆覆盖地表可以有效地减少土壤水分蒸发,增强土壤蓄水能力。

2.3 叶面积指数

叶面积指数不仅能够反映作物生长状态,还是计算作物蒸散和干物质累积最重要的生理参数<sup>[6]</sup>。不同处理时间的叶面积指数对比,如图2所示。从图2中可以看出,各种处理模式的叶面积指数均呈现先升后降的趋势,在7月17日开花期前后达到最大值。整个生长过程保护性耕作处理模式下的叶面积指数均比传统耕作模式下稍高,碎茬模式在整个生育期一直最高,且在开花后下降较慢。研究表明,在一定范围内叶面积指数与单位面积产量呈正相关,尤其是在开花后20~30d两者呈显著相关。较高的叶面积指数标志由于保护性耕作体系下土壤较好的保水蓄水能力延缓了玉米叶片的衰老,维持较大的光合叶面积,能够制造更多的光合产物供给籽粒,提高产量。

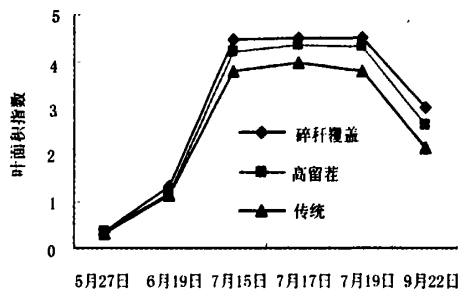


Fig.2 The comparison of leaf area index under different tillage

2.4 产量对比

不同处理下玉米产量及其构成因素状况,如表1所示。

表1 不同处理下玉米产量及其构成因素状况

耕作模式	有效穗数 /个·hm <sup>-2</sup>	结实率 /%	百粒质重 /g	产量 /kg·hm <sup>-2</sup>
碎茬模式	55 545	85.5	38.557 5	11 490.2
高留茬	54 855	84.2	37.617 5	11 037.0
传统	57 405	78.4	35.917 5	9 994.1

表1中数据显示:3种处理间产量存在着差异,与传统耕作模式相比,碎茬覆盖模式下玉米产量增加了14.96%,高留茬产量增加了9.5%,而碎茬与高留茬相比,产量增加了4.1%。方差分析的结果表明:保护性耕作模式下(碎茬模式、高留茬)与传统相比差异达到显著水平(P<0.05),但两种保护性耕作模式之间差异不显著。这个结果主要是由于保护性耕作模式下玉米

籽粒较好的结实率带来的较大的百粒重所引起的。

## 2.5 作业成本

不同播种模式的作业成本对比,如表2所示。表2中列出了不同耕作模式下的作业成本情况。结果显示:与传统耕作模式相比,两种保护性耕作模式均减

少了作业成本,碎茬覆盖免耕播种模式减少29.4%,高留茬免耕播种模式减少了23.5%。在东北垄作区,保护性耕作播种模式能够减少作业成本,而对于我国农民收入相对较低的状况,此项成本的节约,对收入影响很大,可视为增加了农民收入。

表2 不同播种模式的作业成本对比

Tab.2 The contrast of the cost under three different treatments							元/hm <sup>2</sup>
模式	收获与秸秆粉碎	秸秆运输	整地起垄	播种	中耕	总费用	比较
碎茬覆盖	600	0	0	150	150	900	-375
高留茬	525	150	0	150	150	975	-300
传统模式	525	150	300	150	150	1275	0

## 3 结论

1) 一年的试验结果表明,在东北垄作区,实施保护性耕作技术是可行的。

2) 一年的试验结果表明,在东北冷凉风沙区实施保护性耕作示范试验是成功的,取得了较好的示范效果,所用保护性耕作机具性能可靠。

3) 一年的试验结果表明,东北垄作区实行保护性耕作技术能够减少作业成本,增加了作物产量,与传统的耕作模式相比,作业成本碎茬覆盖模式减少了29.4%,高留茬模式减少了23.5%,而碎茬覆盖模式产量增加了14.96%,高留茬模式增加了9.5%。

4) 一年的试验结果表明,东北垄作区,碎茬覆盖模式与高留茬模式相比,碎茬覆盖模式明显优于高留茬模式。

### 参考文献:

[1] 高焕文,李问盈,李洪文. 中国特色保护性耕作技术[J].

农业工程学报,2003,19(3):1-4.

[2] 李洪文,陈君达,李问盈. 保护性耕作条件下深松技术研究[J]. 农业机械学报,2000,6(31):42-45.

[3] 王晓燕,高焕文,李洪文,等. 保护性耕作对农田地表径流与土壤水蚀影响的试验研究[J]. 农业工程学报,2000,16(3):66-69.

[4] Zhang G. S., Chan K. Y., Oates A., et al. Relationship between soil structure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage[J]. Soil and tillage Research,2007,92:122-128.

[5] 罗红旗,高焕文,刘安东,等. 玉米垄作免耕播种机研究[J]. 农业机械学报,2004,37(4):45-47.

[6] 徐迪娟,李问盈,王庆杰. 2BML-2(Z)型玉米垄作免耕播种机的研制[J]. 中国农业大学学报,2006,11(3):75-78.

[7] He Jin, Li Hongwen, Wang Xiaoyan, et al. The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China[J]. Soil and tillage research,2007,94:493-502.

## Study on Ridge Tillage Treatments in the Ridge - zone

Wang Qingjie<sup>1</sup>, Li Hongwen<sup>1</sup>, Xi Jiayou<sup>2</sup>, Zhang Xu<sup>3</sup>, You Xiaodong<sup>3</sup>, Zhang Hongtao<sup>4</sup>

(1. College of Engineering, China Agriculture University, Beijing 100083, China; 2. Liaoning Sujiatun Agricultural Technical Extension Service Center, Shenyang 110101, China; 3. Liaoning Institute of Mechanization, Shenyang 110027, China; 4. Liaoning Institute of Agricultural Mechanization Extension, Shenyang 110034, China )

**Abstract:** The paper analysed the result that the conservation tillage was carry out in the ridge tillage zone of north - east in China. The result indicated that it was feasible to carry out conservation tillage technology in the ridge tillage of north - east, and it could increase the yield and reduce work cost. Compared to conventional tillage, the yield was increased 14.96% under broken straw treatment and 9.5% under reserve high straw treatment, while the work cost was reduced 29.4% under broken straw treatment and 23.5% under reserve high straw treatment. The broken straw treatment is a perfect planting mode for conservation tillage in the northeast of China.

**Key words:** conservation tillage; ridge tillage; yield; corn; no - till planter

# 垄作区几种保护性耕作种植模式研究

作者: [王庆杰](#), [李洪文](#), [奚佳有](#), [张旭](#), [尤晓东](#), [张洪涛](#), [Wang Qingjie](#), [Li Hongwen](#),  
[Xi Jiayou](#), [Zhang Xu](#), [You Xiaodong](#), [Zhang Hongtao](#)

作者单位: [王庆杰, 李洪文, Wang Qingjie, Li Hongwen \(中国农业大学, 工学院, 北京, 100083\)](#), [奚佳有, Xi Jiayou \(沈阳市苏家屯区农机化技术推广服务站, 沈阳, 110101\)](#), [张旭, 尤晓东, Zhang Xu, You Xiaodong \(辽宁省农业机械化研究所, 沈阳, 110161\)](#), [张洪涛, Zhang Hongtao \(辽宁省农业机械化推广站, 沈阳, 110034\)](#)

刊名: [农机化研究](#) **PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF AGRICULTURAL MECHANIZATION RESEARCH](#)

年, 卷(期): 2009, 31(7)

## 参考文献(7条)

1. 高焕文;李问盈;李洪文 [中国特色保护性耕作技术](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2003(03)
2. 李洪文;陈君达;李问盈 [保护性耕作条件下深松技术研究](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2000(06)
3. 王晓燕;高焕文;李洪文 [保护性耕作对农田地表径流与土壤水蚀影响的试验研究](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2000(03)
4. Zhang G S;Chan K Y;Oates A [A Relationship between soil structure and runoffsoil loss after 24 years of conservation tillage](#)[外文期刊] 2007
5. 罗红旗;高焕文;刘安东 [玉米垄作免耕播种机研究](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2004(04)
6. 徐迪娟;李问盈;王庆杰 [2BML-2\(Z\)型玉米垄作免耕播种机的研制](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2006(03)
7. He Jin;Li Hongwen;Wang Xiaoyan [The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China](#)[外文期刊] 2007(2)

## 本文读者也读过(10条)

1. [孙传生](#). [罗志有](#). [李涛](#). [芦贵君](#). [王大中](#) [东北黑土区水土保持保护性耕作措施探讨](#)[会议论文]-2009
2. [尹荣海](#). [胡广林](#) [地膜覆盖机械化技术的发展前景](#)[期刊论文]-[农机使用与维修](#)2002(6)
3. [边少锋](#). [何奇镜](#). [张健](#) [东北松辽平原中部黑土地区保护性耕作的探讨](#)[期刊论文]-[耕作与栽培](#)2002(5)
4. [张薇](#). [周连仁](#). [ZHANG Wei](#). [ZHOU Lianren](#) [保护性耕作对黑钙土水分及温度的影响](#)[期刊论文]-[东北农业大学学报](#) 2011, 42(2)
5. [李洪文](#). [王晓燕](#). [李兵](#). [魏延富](#) [小麦对行免耕播种机试验研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2004(5)
6. [赵秉强](#) [东北地区保护性耕作的调研](#)[期刊论文]-[农机科技推广](#)2008(8)
7. [刘凤成](#). [刘武仁](#). [王云龙](#). [郑金玉](#). [冯艳春](#). [罗洋](#). [王宏燕](#) [对吉林省旱作农业保护性耕作的探讨](#)[期刊论文]-[杂粮作物](#)2004, 24(5)
8. [初振东](#). [谢瑞芝](#). [李少昆](#). [王克如](#). [刘武仁](#). [郑金玉](#) [东北春玉米耐老化膜覆盖及留高茬交替休闲保护性耕作效应研究](#)[会议论文]-2008
9. [马少春](#). [李洪文](#). [何进](#). [MA Shao-chun](#). [LI Hong-wen](#). [HE Jin](#) [垄作割刀的设计与试验](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2006(3)
10. [李世卫](#). [李洪文](#). [Li Shiwei](#). [Li Hongwen](#) [基于计算机视觉的田间秸秆覆盖率计算](#)[期刊论文]-[农机化研究](#) 2009, 31(1)