

冷寒风沙区保护性耕作种植试验

王世学, 高焕文, 李洪文

(中国农业大学, 北京 100083)

摘要: 该文对冷寒风沙区实施保护性耕作技术种植春小麦试验进行了评价和分析。试验结果表明在冷寒风沙区实施保护性耕作技术是可行的, 取得了良好的增产效益、节本效益及社会效益。保护性耕作技术所用机具性能可靠, 并能通过秸秆残茬覆盖的地表, 实现化肥深施和免耕播种。试验结果为环京津数十个高原县的抗旱增收和治理沙尘暴提供了可靠的经验。

关键词: 保护性耕作; 免耕播种机; 春小麦; 出苗率; 产量

中图分类号: S345

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2003)03-0120-04

1 引言

保护性耕作是相对于传统翻耕的一种新型耕作技术。它的含义是用秸秆残茬覆盖地表, 将耕作减少到只要能保证种子发芽即可, 并主要用农药来控制杂草和病虫害的一种耕作技术^[1,2]。它的前身叫“免耕法”, 随着试验研究的不断深入, 以“免耕法”为基础, 逐步拓展到包含地表残茬覆盖、地表处理、土壤深松、种肥隔层分施、杂草控制、病虫害防治等多项技术为一体的机械化保护性耕作技术。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^[1~4]。从 1992 年开始, 中国农业大学保护性耕作技术研究中心受澳大利亚国际农业研究中心资助, 在山西省开展了旱地保护性耕作生产体系研究, 并取得了保护性耕作技术的适应性试验和关键技术研究成果。本论文所涉及的示范试验, 旨在通过山西省保护性耕作试验所取得的成功经验, 将保护性耕作技术扩展到冷寒风沙地区。示范试验地点设在具有冷寒风沙区域特征的河北省丰宁县。

丰宁县位于河北省北部, 地跨内蒙古高原和冀北山地两大地貌单元, 北与内蒙古自治区正兰旗和多伦县接壤, 南邻北京市怀柔区, 西与张家口市沽源、赤城县相连。该县分为坝上、接坝和坝下 3 个气候类型区, 坝上是内蒙古高原南缘, 接坝地区是内蒙古高原向冀北山地丘陵过渡地带, 坝下地区为冀北山地丘陵区。三个气候类型区的地貌呈阶梯状特征, 在 20 km 长的接坝地区海拔落差达 900 m, 形成天然风沙隘口, 北部冷气流在这里汇聚加速, 强化了风沙的严重程度^[3]。全县种植的作物主要有玉米、春小麦、莜麦、水稻、谷子、马铃薯、胡麻及杂粮杂豆等, 是一个一年一熟的杂粮区。传统的耕作方式, 每年收获后翻地晒垡, 裸露休闲越冬, 耕地大部分时间(10 月~ 次年 5 月份)处于无植被裸露的空间, 春季干旱和大风同时出现, 土壤失墒严重。春季干旱常使

农民不能按时播种, 导致农作物产量低而不稳, 正常年份春小麦产量只有 2~ 2.5 t/hm², 截止到 2000 年末, 丰宁县总人口 37.4 万人, 其中农业人口 33.4 万人, 农民人均纯收入 1 338 元, 有 9.1 万贫困人口, 是国家级贫困县^[5]。

本文目的是通过在河北省丰宁县开展机械化保护性耕作种植春小麦示范试验, 考核冷寒风沙区实施保护性耕作的可行性和必要性, 完善适应坝上高原特点的保护性耕作配套技术体系, 为环京津数十个高原县的抗旱增收和治理沙尘暴提供可靠经验。

2 试验条件

2.1 试验地气候

春小麦试播地位于河北省丰宁县鱼儿山镇南岗村(距丰宁县城 100 km, 邻接内蒙多伦地区), 海拔 1 200~ 1 400 m, 无霜期 90~ 120 d, 年平均气温 1.2~ 1.9℃, 10 积温 1 700~ 2 500℃, 年降水量 430.7~ 560 mm, 年降水量的 70% 分布于 6~ 8 月份, 雨热同季, 年日照时数 2 828 h, 据丰宁县气象局气象记载, 坝上地区年超过 6 级以上大风日数最少 31 d, 最多年份达到 56 d, 年均风速 4.5 m/s, 最大风速达到 10 m/s 平均 21.7 m/s^[6]。

2.2 试验地设计

种植制度为一年一季春小麦。2001 年 4 月 26 日, 旱地小麦机械化保护性耕作种植示范面积 36.67 hm²。为了对比试验效果, 采用传统翻耕方式在同一时间相邻保护性耕作地块试播春小麦 6.67 hm²。

2.3 秸秆覆盖率测试

示范地前茬作物是小麦, 地表秸秆留茬高度 15~ 20 cm。秸秆覆盖率的测试方法是使用 20 m 长的细绳, 每间隔 10 cm 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, 随机取 3 块测试地, 每块左右 45° 方向各测试 3 次, 取平均值。测出播种前秸秆覆盖率为 64.1%, 播种后秸秆覆盖率为 36.4%。

2.4 播前土壤含水率测试

播前土壤含水率测试主要研究保护性耕作对土壤

收稿日期: 2002-07-22 修订日期: 2002-10-29

基金项目: 农业部冷寒风沙区保护性耕作试验项目

作者简介: 王世学, 副教授, 北京市海淀区清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)46 信箱, 100083



水分的储存能力。测试地点设保护性耕作地和传统翻耕地。在播种前分别对两个试验区采集土样,采集深度为0~10 cm。在每种试区交叉对角线上各确定5个测点,每个测点在10 m²内各取3个土样,这样5个测点共得15个分析土样。测得结果:保护性耕作示范区土壤含水率17.4%;传统翻耕地试区土壤含水率15.3%,前者比后者约高2个百分点。

3 试验结果与分析

3.1 播种

考虑到丰宁坝上小麦产量低,作物秸秆量少,作物残茬经过秋冬两季风蚀过后秸秆覆盖率相对较低的情况,保护性耕作示范区的地表未进行任何处理,采用了免耕技术体系直接播种小麦。

播种机具采用13.24 kW小四轮拖拉机2台;中国农大设计生产的专为小四轮拖拉机配套的6行免耕播种机2台。6行免耕播种机,它可一次完成开沟、施肥、隔层播种、自然覆土、压实农艺环节。播种期间对播种机效率进行了测试。纯工作效率约0.6 hm²/h。但由于农户地块相互交替播种,种肥供应不及时及播种时人工搬种及装运、肥料受潮结块堵塞机器等原因,造成40%的时间损失在非正常作业上。实际作业效率约0.4 hm²/h。

为了保证播种质量,本次试验考虑了当地种植习惯、气候条件、地表概况、土质和土壤墒情等多方面因素,并参考以前试验结果,选择播种农艺规程:播种量225 kg/hm²;施肥量90 kg/hm²(氮肥15 kg,尿素75 kg);行距20 cm(当地传统播种行距33 cm);幅宽1.5 cm;施肥深7~8 cm;播种深5~6 cm;播后覆土厚3 cm。

传统翻耕地播种采用13.24 kW小四轮拖拉机和四行传统型播种机,播种农艺规程与保护性耕作播种相同,不同之处是种肥混施(按照当地种植习惯)。

3.2 播种分析

试播期间,通过实地观察测试及综合丰宁县农业机械新技术推广人员和农户的反映,对保护性耕作技术在丰宁坝上高原的推广应用效果分析如下:

1) 节省种地成本

保护性耕作播种能减少种地成本,增加农民收入。保护性耕作播种减去了传统耕作播种前的翻地、耙地、整地,三项费用合计约375~450元/hm²。丰宁县坝上高原丰收年份,采用传统方式种植小麦,纯收入1050~1200元/hm²,因此,此项成本的节约,对收入影响很大,可视为增加了农民收入。

2) 保墒蓄水

传统春翻地播种,表土层的干土翻在下面,吸收了下层水分,使犁底层附近的土壤含水率下降,从犁底层处翻上来的湿土,经过耙地、整地至播种开始(通常3~5 d)时表土层已经风干(深3~5 cm),播种后如不下雨,种子无法在一周之内出苗。而秋翻地,其表土层风化干燥程度更加严重。对于用保护性耕作技术种植春小麦,

由于播种不翻动土壤,并且开沟、施肥、播种和覆土压实农艺环节是在瞬间内完成,即土壤水分还来不及蒸发时表土被迅速压实,因此种床水分无蒸发,土壤墒情好时,种子一周之内可出苗。

3) 治理沙尘暴效应

农作物收获后进行秋翻地和春翻地,其裸露土堡是沙尘暴起因之一。本次播种期间目击了试验地范围内保护性耕作播种地块和春翻、秋翻后传统播种地块,在有风刮来时,后者起沙尘非常明显。有龙卷风在春翻地裹包沙尘窜至几十米高空位移至免耕地块时,沙尘浓度大幅度降低。此现象可以解释为:由于免耕地块没有翻耕后的疏松土壤,并且地表覆盖秸秆残茬,两项因素抑制了土壤表土起沙。

4) 社会效益

拖拉机翻地、耙地、整地作业耗油量最大,并且柴油燃烧不充分。保护性耕作技术免去了传统种植过程中的耕、耙、整地三项作业农艺环节,由此可省去柴油消耗15~18 L/hm²,同时还可减少二氧化碳气体对大气的排放量。

5) 示范效应

播种初期观看的农民对采用保护性耕作技术播种持半信半疑态度,播种接近尾声时,有些围观的农民认为保护性播种技术可行,并纷纷要求为自己家农田实施保护性耕作技术播种,本次试播试验起到了比较好的示范效果。

3.3 耕作方式对出苗率的影响

2001年5月30日分别对两种耕作种植方式出苗率情况进行了测查,即播种后25 d。测定方法是两个试区各取7段,每段测一行1 m内的苗数,7段平均,确定出苗率,其测查结果见表1。

表1 苗情测查记录

处理小区	测查项目	测点数	平均值 \bar{x}	均方差 σ	变异量/%
保护性耕作	株/m	7	155.17	11.83	7.62
	苗高/cm	7	4.54	0.27	5.94
传统耕作	株/m	7	99.32	6.37	6.41
	苗高/cm	7	3.24	0.26	8.02

由测查结果可以看出,保护性耕作播种出苗率(155株/m)好于传统耕作播种(99株/m)。保护性耕作播种提前传统耕作播种5~7 d左右出苗。传统耕作播种地块与保护性耕作播种地块是相同播种量、同时间播种,从观察情况看,保护性耕作地块的小麦行距、幅宽清晰规整,苗齐。传统耕作播种试区出苗率低的原因可归纳为:播种后覆土压实度不够;土壤表层跑墒;播后覆土不均,覆土过厚与种上覆有大土块时,影响了小麦出苗。

3.4 杂草控制

麦田杂草发生种类多,由于各地区各地块间杂草种类不尽相同,除草剂对不同杂草敏感度也不同。因此,喷施除草剂之前查清本地区本地块主要杂草发生情况,选

择适宜的除草剂,方可达到理想的除草效果。

本次试验示范地麦田以麦蒿、芥菜、婆娘蒿、繁缕、刺菜、田旋花等阔叶杂草为主。2001年6月15日小麦拔节三叶期,杂草刚萌芽时进行了喷施2,4-D丁酯除草剂。2,4-D丁酯除草剂是一个较好的选择性除草剂,对于蒿、藜、繁缕、刺菜、田旋花等阔叶杂草具有较好的防除效果。此类杂草经过喷施除草剂后,在小麦生育期内始终萎缩生长在小麦茎叶之下,到小麦收获时杂草最高不过30cm,小麦行距内(20cm×100cm)杂草量仅150g(湿重),从收获时观察,如此高度和数量的杂草根本无碍小麦生长发育。野生苽麦对2,4-D丁酯除草剂具有较强的抗药性,但在小麦收获期间实测野生苽麦数量并不多,且野生苽麦也可食用。通过观察与实测结果可以判断本次试验中的除草剂选择、喷施时间的确定是正确的。

3.5 春小麦测产及分析

产量测定时间为2001年9月5日(处暑)。两个试验区产量测定方法是:在距离地边30m远的长方形4个角及长方形对角线交叉点处确定5个采样点,每个采样点取面积1m²(行长1m,宽1m)。

测产数据处理说明及分析:

- 1) 保护性耕作的实际平均产量3834kg/hm²。
- 2) 传统耕作的实际平均产量2928kg/hm²。

考虑到采样误差、地边及漏播对测产的影响,上述实际产量是理论产量乘上0.85后得出的结果。

3) 保护性耕作产量比传统耕作高30.9%,此增产数字是比较大的,一般说仅仅土壤水分增加2个百分点,不可能增加如此大的产量,只能解释为保护性耕作播种时墒情合适,而传统耕作由于翻耕后又整地,失墒严重,覆土压实度不够,覆土不均,种肥混施烧种导致出苗差的特殊结果所致。实际产量增幅与保护性耕作出苗率比传统耕作高56.57%是成正相关的,表明本次试验两种耕作方式的出苗率是影响其产量的最大因素,而土壤水分增加2个百分点仅仅是影响其产量增加的第二位因素。

4) 从表2可以看出保护性耕作有效穗数和千粒重均比传统耕作高。但每穗粒数少于传统耕作,此现象可解释为保护性耕作比传统耕作密植所造成的。

表2 春小麦测产考种数据

处理小区	序号	测试项目	测点	平均值 \bar{x}	均方差 σ	变异系数 /%
保护性耕作	1	穗/m ²	5	493	18.92	3.84
	2	有效穗数/万·hm ⁻²		492.75	23.84	4.84
	3	每穗粒数		24.52	2.04	8.32
	4	千粒重/g		37.31	1.56	4.18
	5	理论产量/kg·hm ⁻²		4512.00	212.06	4.70
传统耕作	1	穗/m ²	5	332	27.59	8.31
	2	有效穗数/万·hm ⁻²		331.95	30.01	9.04
	3	每穗粒数		29.01	0.94	3.24
	4	千粒重/g		35.77	1.15	3.22
	5	理论产量/kg·hm ⁻²		3445.20	306.62	8.90

测产时间:2001年9月5日,地点:河北丰宁县鱼儿山镇南岗村。

4 试验结论

1) 一年的试验结果表明,在冷寒风沙区实施保护性耕作种植春小麦的示范试验是成功的,取得了较好的示范效果,受到当地农民欢迎。所用保护性耕作机具性能可靠。

2) 保护性耕作技术集免耕、秸秆覆盖还田、化肥深施、播种、镇压等项作业于一体,省去了传统耕作播种前的翻地、耙地、整地作业环节,节约作业费约375~450元/hm²。

3) 拖拉机翻地、耙地、整地作业耗油量最大,并且柴油燃烧不充分。保护性耕作技术免去了传统种植过程中的耕、耙、整地三项作业农艺环节,由此可省去柴油消耗15~18L/hm²,同时还可减少二氧化碳气体对大气的排放量。

4) 保护性耕作地比传统翻耕地保墒蓄水,播前土壤含水率测试结果是保护性耕作示范区土壤含水率17.4%;传统翻耕地区土壤含水率15.3%,前者比后者约高2个百分点。

5) 保护性耕作播种出苗率好于传统耕作播种。保护性耕作播种比传统耕作播种提前5~7d左右出苗。

6) 保护性耕作产量比传统耕作高30.9%,实际产量增幅与保护性耕作出苗率比传统耕作高56.57%是成正相关的,表明本次试验两种耕作方式的出苗率是影响其产量的最大因素,而保护性耕作土壤水分增加2个百分点仅仅是影响其产量增加的第二位因素。

7) 治理沙尘暴效应。农作物收获后进行秋翻地和春翻地,其裸露土堡是沙尘暴起因之一。由于保护性耕作没有翻耕后的疏松土壤,并且地表有秸秆残茬覆盖,两项因素抑制了土壤表土起沙。

8) 在冷寒风沙区实施保护性耕作技术是可行的,其示范效果被河北省政府、农业部认可。依据本次试验结果,2002年度河北省政府在张家口和承德地区已经安排了10个县示范推广保护性耕作技术。在2003年度,农业部已经计划围绕环京津地区的38个市县扩大保护性耕作技术种植示范面积。其试验结果为坝上高原和北方旱农地区大面积推广保护性耕作技术打下了基础,并为治理沙尘暴提供了可靠经验。

[参考文献]

- [1] 高焕文. 旱地机械化保护性耕作技术教材[M]. 北京: 中国农业大学, 2001.
- [2] 高焕文, 李洪文, 陈君达. 可持续机械化旱作农业研究[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(1): 57~62.
- [3] 周兴祥, 高焕文, 刘俊峰. 华北平原一年两熟保护性耕作体系试验研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(6): 81~84.
- [4] 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.
- [5] 高绪科, 等. 旱地麦田蓄水保墒耕作措施的研究[J]. 干旱地区农业研究, 1991, (4): 1~9.
- [6] 丰宁满族自治县气象局. 丰宁满族自治县气象报告[R]. 2000.

Experimental research on conservation tillage technology in cold, windy and sandy areas

Wang Shixue, Gao Huanwen, Li Hongwen

(Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In this paper, the mechanization experiments conducted with the conservation tillage technology to plant spring wheat in cold, windy and sandy areas were evaluated and economically analyzed. The experiments show that conservation tillage technology is feasible for spring wheat. It increases output and reduces costs and promotes the public interest. The conservation tillage mechanism works well. It can pass through soil surface that is covered with crop straws and residues to sow seed with no-tillage and deeply spread fertilizer at the same time. The experimental results are of substantial practical significance to increase yield with drought alleviated and protect dust storm for dozens of plateau counties around Beijing and Tianjin city.

Key words: conservation tillage; no-tillage planter; spring wheat; emergence of seedlings rate; yield