

辽西北地区机械化保护性耕作技术体系效益评价

张 雯¹,侯立白¹,蒋文春¹,张 斌²,赵宏亮¹

(1. 沈阳农业大学农学院,辽宁 沈阳 110161; 2. 彰武县农机局,辽宁 彰武 123200)

中图分类号:X171.4 文献标识码:B

辽西北地区(含朝阳、阜新、锦州、葫芦岛以及康平、法库等市县)属于旱作农区,在农业生产上面临着和其它旱作农区相似的问题。主要是水资源匮乏,旱灾频繁,生态环境恶化,土壤退化严重。为了解决上述问题,辽西北地区进行了大量的探索和研究工作,其中保护性耕作技术在促进农业发展方面发挥了巨大的作用。经过近几年的研究认为,保护性耕作可以减少地表径流,减少水土流失,降低地表风速,减少农田土壤风蚀,抑制沙尘暴。据统计,辽宁省2001年推广保护性耕作面积为450 hm²,2002年推广5 000 hm²,2003年有7个县成为农业部级保护性耕作示范区,分别为凌源、阜新、彰武、朝阳、绥中、义县、法库。为了进一步扩大保护性耕作技术的推广面积,特针对其技术体系进行效益分析和评价,为其推广提供现实依据。

1 试区基本情况

1.1 气候状况

试验在辽宁省彰武县进行,该区属于半干旱地区,土壤为褐壤土,属温和半湿润的季风大陆性气候。主要气候特点是雨热同季,光照充足,春季风大,寒冷期长。全年平均气温为7.2℃,最高气温37.4℃,最低气温-30.4℃。平均无霜期为148 d,平均冻土深度为1.11 m。全县多年平均降雨量不足484.3 mm。全年主导风为西南风,平均风速为3.8 m/s,最大风速为38 m/s。

1.2 保护性耕作技术推广状况

彰武县从2002年起承担了农业部保护性耕作示范推广项目,截止到2004年已辐射全县24个乡镇。主要推广示范的保护性耕作技术模式是玉米整茬还田覆盖模式和留茬覆盖模式。为了比较保护性耕作和传统耕作技术体系的差别,在示范中以传统耕作方式为对照(CK)。

2 经济效益评价

2.1 作业工序

不同耕作体系的作业工序见图1。从图中可以看出

保护性耕作和传统耕作体系的作业程序存在明显差异。首先表现在机械进地次数上,保护性耕作体系机械进地次数比传统耕作方式明显减少,只是在播种时采用免耕播种机进行作业,肥料和种子同时进地,而传统耕作机械运用次数要多,播前要进行耕翻、整地作业,播后要进行镇压等,增加了作业工序。其次表现在人工的使用频率上。保护性耕作体系人工使用次数明显降低,在播后采用化学除草方法一次完成杂草的防除。而传统耕作体系作业程序繁琐,采用人工除草、施肥作业,人畜力投入次数较多,不仅增加了作业成本,而且降低了劳动生产效率。

2.2 玉米生产成本和产出比较

不同耕作体系由于作业工序的差异,造成玉米生产的投入和产出不同,即经济效益不同。不同耕作体系玉米生产所需投入项目以及成本见表1,从表中可以看出,投入项目主要包括物质投入和作业成本,除了物质投入中除草剂一项外,各种耕作体系投入水平的差异主要表现在作业成本不同。作业成本主要包括整地、播种施肥、打除草剂、田间管理、收获、灭茬等工序的成本。在整地一项中,传统耕作体系增加了翻地、镇压等作业,成本增加。从表中还可以看出保护性耕作体系由于减少作业工序,可以比传统耕作体系少投入7%。再加上保护性耕作体系产出较高,最终提高投入产出比,其平均纯收入可以比保护性耕作体系高出30%,节本增效效果显著。

3 生态效益评价

在2004年春季分别采用田间小区定点试验测定和野外测定相结合的方法进行不同耕作体系的农田土壤风蚀效果监测。地表粗糙度的测定方法:利用DEM6型轻便三杯风向风速表2只,在50 cm和200 cm高度同时观测1分钟的平均风速值,每处理重复观测8次,并参照如下计算公式算出各下垫面的粗糙度: $\lg Z_0 = (\lg Z_2 - \lg Z_1) / (v_1 - v_2)$,式中 Z_0 为地表粗糙度; v_1 、 v_2 分别为 Z_1 、 Z_2 高度上的水平风速。土壤表层0~5 cm的含水

收稿日期:2005-08-23
基金项目:农业部彰武农牧交替带生态农业建设与示范项目
作者簡介:张雯(1972-),女,山东诸城人,博士,讲师,从事保护性耕作技术和农村可持续发展研究。

量利用烘干法进行。于 2004 年 4 月 22 日和 28 日采用自行设计研制的沙尘采样器测定田间扬沙情况,其中 4 月 22 日,平均风速 18 m/s,最大风速 19 m/s;4 月 28 日,平均风速 19 m/s,最大风速 28 m/s。

3.1 对地表粗糙度和土壤含水量的影响

地表粗糙度是指影响地表风速及土壤风蚀强度的植被、地表形态诸要素的总和,可以反映地表对风速的减弱作用以及对风沙流的影响。保护性耕作和传统耕作体系的地表粗糙度见表 2。保护性耕作的地表粗糙度是传统耕作的 1.60 倍,说明保护性耕作的地表粗糙度明显高于传统耕作地块,表明保护性耕作方式可以通过提高地表的粗糙度,增强对近地面层气流的阻碍作用,降低近地面风速,减少起沙风速出现的次数,减少地表风蚀。

土壤含水量是影响农田土壤风蚀发生最重要的土壤因子之一。研究证实土壤含水量与农田土壤风蚀量之间的关系为负相关关系,从表中可以看出保护性耕作方式

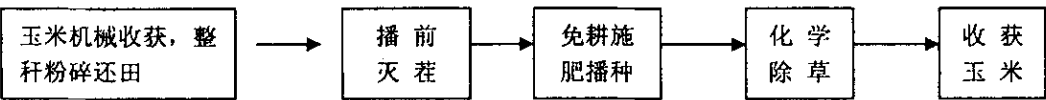
的土壤表层含水量较高,表明其可以通过提高土壤表层含水量来抑制农田风蚀沙化。

3.2 对农田扬沙的影响

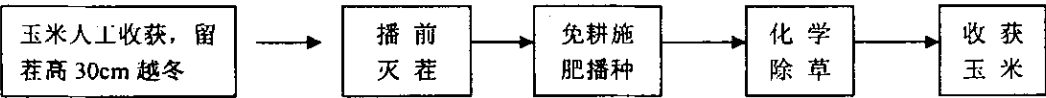
保护性耕作主要是利用残茬覆盖改变地表状况,能有效地减少大风引起的沙尘颗粒运动。田间扬沙量的多少是评价土壤抗风蚀程度的重要指标之一,所以,利用采沙器对田间不同高度上的沙尘量进行收集比较,便可以反映耕作方式保护土地抗风蚀的能力(Saxton K. *et al.*, 2000)。

由表 3 可知在两次风蚀过程中,保护性耕作的总输沙量少于传统耕作。说明保护性耕作可以减少农田土壤的损失。同时表中可以看出保护性耕作方式明显减少 25cm 以下的土壤输沙量,即减少近地表土壤颗粒运动的数量,随着高度的增加,保护性耕作减少农田颗粒运动的数量相对减少。

整秆覆盖模式:



留茬覆盖模式:



传统耕作:

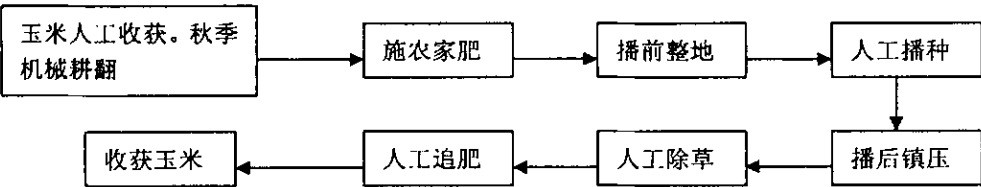


图 1 不同耕作体系作业工序

表 1 不同耕作体系投入和产出比较

处理	作业成本				物质投入				总投入 (元/hm ²)	产出		产投比
	灭茬和整地	播种施肥	打除草剂	田间管理	收获	种子	化肥	除草剂		产量(kg/hm ²)	产值(元/hm ²)	
保护性耕作	105	120	60	630	375	420	1125	150	2985	7950.0	7950.0	1:2.66
传统耕作	330	120	—	735	480	420	1125	—	3210	7027.5	7027.5	1:2.18

注:以上指标来源于 2003 年彰武县农机局的统计数据,产值以当年当地玉米市价 1.00 元/kg 计算。

表 2 不同耕作方式风速和地表粗糙度比较

处理	50 cm 处风速 (m/s)	200 cm 处风速 (m/s)	风速比(%) (v_{50}/v_{200})	粗糙度 (cm)	0~5 cm 土壤含水量(%)
保护性耕作	3.94	7.74	50.9	1.07	4.71
传统耕作	4.52	7.16	63.1	0.67	2.92

表 3 两次风蚀过程不同耕作方式各高度层输沙量 (g/cm²·h)

处理	采样时间 (月·日)	高度(cm)					总输沙量 (g)
		10	25	60	100	150	
保护性耕作	4.22	0.070	0.042	0.027	0.015	0.029	0.193
	4.28	0.055	0.045	0.057	0.026	0.025	0.230
	平均	0.063	0.044	0.042	0.021	0.027	0.212
传统耕作	4.22	0.031	0.021	0.023	0.016	0.015	0.106
	4.28	0.509	0.362	0.136	0.030	0.040	1.072
	平均	0.270	0.192	0.080	0.023	0.028	0.589

4 社会效益评价

保护性耕作体系可以通过提高产量,提高土地人口的承载能力,以及通过提高机械化水平,解放劳动力等方面提高社会效益。

2003~2004 年在彰武县推广保护性耕作的 18 个乡镇调查发现,保护性耕作体系在该地区的推广可以带来如下的社会效益:

4.1 保护性耕作体系可以减少了大量劳动力用工,促进劳动力转移

保护性耕作技术的推广应用,可减少机车进地次数 2 次。再配合精量或半精量播种及深施化肥等项技术达到了从播种到收获的一整套先进的综合技术,与传统作业方法整地、配人畜力播种、中耕除草等田间管理等作业环节相比较,省工效果较明显,平均每 hm² 省工 43.8 个工日(表 4)。

如果采用这样的计算公式:省工总数=单位面积省工量×推广面积,假设推广面积达到 4 000 hm²,则 43.8×4 000 hm²=17.52 万个工作日。节省出来的劳动用工的效益有两种情况,一是往年雇工作业,使用机械后节省人工费为纯收益;二是往年不雇工,使用机械后节省的人工如得不到转移则无效益,转移出去的则有效益,应计入纯收益。据抽样调查节省出来的劳动力用工将有 70% 获得效益,则转移(有效)的劳动力用工为 17.52 万×70%≈12.26 万个工日。节省出来的劳动力转移出去,充实到第二、三产业将为社会创造更多的价值。

表 4 不同耕作体系用工情况统计表 (个/hm²)

项目	保护性耕作	传统耕作	省工
整地作业	0.2	0.5	0.3
精量播种和深施肥	2.0	6.8	4.8
打除草剂或传统中耕	1.2	18.5	17.3
田间管理(间苗追肥)	1.1	22.5	21.4
合计	4.5	48.3	43.8

4.2 保护性耕作体系可以节省燃油用量,起到节约能源保护环境的作用

彰武县农机局的调查数据显示,实施保护性耕作技术作业的地块,平均耗油 25.5 kg/hm²,而传统作业方法,平均耗油 30 kg/hm²,平均节省燃油 4.5 kg/hm²。二年累计推广 4 000 hm²,可节省燃油 1.8 万 kg,如燃油价格二年平均按最低价格 4.2 元/kg 计算,可节省燃油费 7.56 万元,同时减少了对环境的污染和对土壤的压实,特别是在燃油紧张的今天显得尤为重要。调查研究中也发现,春天灭茬是一种不当的耕作方式,其造成的土壤风蚀沙化的后果甚至高于秋翻和春翻地,在一些实行保护性耕作的地块实行的先灭茬后播种的方式也不可取,最好灭茬和播种同时进行效果最好。

综上所述,保护性耕作技术体系可以明显提高经济、社会和生态效益,主要表现在保护性耕作通过减少作业工序(平均比传统耕作少投入 7%)和提高产出,来提高其平均纯收入(平均比保护性耕作方式高出 30%),通过提高土壤表层土壤水分含量和地表粗糙度来提高抗风蚀能力,降低输沙量,保护性耕作减少劳动用工,平均每 hm² 省工 43.8 个工日,同时可以通过减少机械的进地次数,平均节省燃油 4.5 kg/hm²,起到节约能源保护环境的作用。

参考文献:

[1] 周建忠,路明.保护性耕作残茬覆盖防治农田土壤风蚀的试验研究[J].吉林农业大学学报,2004,26(2):170~173.

[2] 周兴祥,高焕文,刘俊峰.华北平原一年两熟保护性耕作方式试验研究[J].农业工程学报,2001,17(6):81~84.

[3] 杜兵,邓健,李问盈,等.冬小麦保护性耕作法与传统耕作法的田间对比试验[J].中国农业大学学报,2000,5(2):55~58.

[4] 哈斯,陈渭南.耕作体系对土壤风蚀的影响[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2(1):10~16.

[5] 李洪文,高焕文.旱地玉米保护性耕作经济效益分析[J].干旱地区农业研究,2002,18(3):44~49.

[6] 臧英,高焕文,周建忠.保护性耕作对农田土壤风蚀影响的试验研究[J].农业工程学报,2003,19(2):56~60.