

冬小麦保护性耕作法与传统耕作法的田间对比试验

杜兵 邓健 李问盈 廖植犀

(中国农业大学机械工程学院)

摘要 对6种保护性耕作法和传统耕作法进行了连续6a的田间对比试验研究,结果表明,采用保护性耕作法的冬小麦地夏休闲期蓄水量明显高于传统耕作,平均多蓄水9%,水分利用效率比传统耕作平均高13.2%;产量比传统耕作平均增加约14%,其中旱年增产幅度较大,平、丰水年增产幅度较小。

关键词 旱作农业; 保护性耕作; 免耕; 可持续发展

分类号 S 345; S 512.1

Field Experiments for Comparison of Winter Wheat Conservation Tillage and Conventional Tillage

Du Bing Deng Jian Li Wenying Liao Zhixi

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract Field experiments for the comparison of 6 conservation tillage treatments and a conventional treatment were conducted. The experimental results continued for 6 years showed that the average water storage in fallow and the average water use efficiency of the conservation tillage treatments for winter wheat were about 9% and 13%, respectively, higher than that of the conventional tillage treatment. Therefore, the average yield of the former was increased by 13% as comparing to that of the latter. It is also concluded that the conservation tillage could result in a rather bigger increase of winter wheat yield in a drier year than in a less drought or wet year as comparing to conventional tillage.

Key words dryland farming; conservation tillage; no till; sustainable development

目前,对我国北方旱地农业可持续发展问题的研究已经取得了一系列成果^[1-3]。笔者学习了澳大利亚、美国等发达国家农业生产中的保护性耕作技术,以冬小麦为研究对象,经过6a的连续田间试验,研究出适合我国北方地区的冬小麦保护性耕作措施,并研制出包括中小型玉米和冬小麦免耕施肥播种机、宽窄行冬小麦免耕施肥播种机、深松机、浅松机等在内的多种型式保护性耕作机具。一些较好的保护性耕作体系已在山西省29个县市进行推广。

1 试验区概况与试验设计

保护性耕作试验区设在半湿润偏旱区的山西省临汾城隍乡。临汾位于山西南部,年均气温12℃,海拔360~500m,一般年降雨量380~553mm。试验地位于临汾盆地东部的黄土丘陵

收稿日期: 1999-09-01

中澳国际合作项目

杜兵,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)46信箱,100083

台地, 地下水位约为 30 m, 土壤为中壤土, 氮、磷严重缺乏。试验前小麦作物产量仅 $1.05 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 一年一作, 是我国北方典型的旱地农业生产区。6 至 9 月为小麦作物地的休闲期, 这期间的降雨量占全年总降雨量的 67%, 所以将夏休闲期的降雨尽可能多的保持在田里是提高小麦产量的关键之一, 若同时结合培肥地力的措施, 包括施用化肥和提高土壤有机质、提高降水生产潜力和水分利用效率, 将可提高小麦产量。

试验作物为冬小麦, 试验从 1992 年开始。1992—1996 年共设计了 4 种保护性耕作处理。1) 免耕碎秆覆盖(免耕碎秆)。用联合收割机收获, 留 30 cm 左右高茬, 粉碎秸秆覆盖地表, 夏休闲期为免耕覆盖。2) 碎秆覆盖+ 深松(碎秆深松)。用联合收割机收获, 留 30 cm 左右高茬, 粉碎秸秆覆盖地表; 夏休闲期进行深松, 深度 30 cm, 间距 60 cm。3) 整秆覆盖+ 深松(整秆深松)。用割晒机或人工收获, 留小于 20 cm 的低茬, 深松后搬回整秸秆进行田面覆盖。4) 立秆覆盖+ 深松(立秆深松)。用耧耨机收获或人工收穗, 留下高于 40 cm 的直立茎秆, 在田间形成直立覆盖, 夏休闲期进行深松。与此同时, 设计了传统耕作(铧式犁翻耕无覆盖)作为对照处理, 进行对比试验研究。在总结和分析前 4 年试验结果的基础上, 1996 年 9 月后增设 2 种保护性耕作处理: 免耕碎秆覆盖+ 耙(免耕碎秆耙)、碎秆覆盖+ 深松+ 耙(碎秆深松耙)。试验区总面积 2.2 hm^2 , 按随机方式布置各处理, 每种处理 2 个重复。其中耙地作业在播种前 2 d 进行。

2 试验结果与分析

2.1 产量与分析

每年 6 月收获冬小麦, 测产时每种处理抽取 5 个样本点。不同处理各年产量见表 1, 保护

表 1 保护性耕作与传统耕作的冬小麦产量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)

日期	传统	免耕	碎秆	整秆	立秆	免耕	碎秆	不同	年降
		碎秆	深松	深松	深松	碎秆耙	深松耙		
1992-09—1993-06	1.548	2.004	2.061	1.889				旱年	
1993-09—1994-06	3.002	3.078	3.375	3.027	2.258			平水年	523
1994-09—1995-06	2.342	2.273	2.565	2.702	1.871			旱年	434
1995-09—1996-06	3.456	3.803	3.864	3.944				平水年	523
1996-09—1997-06	3.908	3.950	3.864			4.500	4.253	丰水年	574
1997-09—1998-06	2.495	3.015	2.970			3.200	3.062	干旱年	359

性耕作平均产量与传统耕作产量比较见表 2。可以看出, 冬小麦保护性耕作(不包括立秆深松)的产量均高于传统耕作, 平均增产约 14%; 其中旱年增产幅度较大, 平均增产约 18.4%, 平、丰年增产幅度较小, 平均增产约 7.8%。

2.2 各种处理小麦地休闲期蓄水量分析

测定小麦收获后及小麦播种前

表 2 冬小麦保护性耕作平均产量与传统耕作产量比较

年份	产量/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$		增长率/%
	传统耕作	保护性耕作	
1993	1.548	1.985	28.2
1994	3.002	3.160	5.3
1995	2.342	2.513	7.3
1996	3.456	3.870	12.0
1997	3.908	4.142	6.0
1998	2.495	3.062	22.7

各种处理的土壤水分,可以得到各种处理在休闲期的蓄水效果。不同处理冬小麦播种前土层蓄水量测定结果见表 3,保护性耕作的土层平均蓄水量与传统耕作蓄水量的比较见表 4,土层蓄水量测定深度均为 0~ 50 cm。

表 3 不同处理冬小麦播种前土层蓄水量

mm

日 期	传统	免耕碎秆	碎秆深松	整秆深松	立秆深松	免耕碎秆耙	碎秆深松耙
1992~09	69	74	75	76			
1993~09	93	96	96	93	85		
1994~09	70	81	77	79	73		
1995~09	125	136	125	122	120		
1996~09	131	127	135			127	137
1997~09	93	113	115			126	117

不同年份播种前保护性耕作土层平均蓄水量比传统耕作均有增加,平均增加约 9%。早年蓄水量增加较为明显,1997~09—1998~06 是特旱年,由于前一年(丰水年)保护性耕作地比传统耕作地储存了较多的雨水,加上特旱年休闲期储存的雨水,使播种前的土层蓄水量超过传统耕作地高达 27%,当年小麦增产 23%。

表 4 冬小麦播种前保护性耕作土层平均蓄水量与传统耕作蓄水量比较

日期	蓄水量/mm		蓄水量增加率/ %
	传统耕作	保护性耕作平均	
1993~09	69	75	9
1994~09	93	95	2
1995~09	70	79	12
1996~09	125	128	2
1997~09	131	132	1
1998~09	93	118	27

2.3 各种处理水分利用效率分析

作物水分利用效率是指作物产量与生育期内作物总耗水量之比。各种处理的水分利用效率测定结果见表 5,保护性耕作的平均水分利用效率与传统耕作水分利用效率的比较见表 6。

表 5 各种处理的水分利用效率

日 期	水分利用效率/(t·hm ⁻² ·mm ⁻¹)					生育期 降雨量/mm
	传统	免耕碎秆	碎秆深松	免耕碎秆耙	碎秆深松耙	
1992~09—1993~06	8.2	11.3	11.1			147.4
1993~09—1994~06	12.3	12.7	13.9			199.4
1994~09—1995~06	10.2	9.6	11.1			198.3
1995~09—1996~06	18.7	19.8	21.6			137.4
1996~09—1997~06	15.2	16.1	14.9	18.3	17.6	175.1
1997~09—1998~06	12.7	13.7	13.3	14.7	14.5	197.5

由于整秆覆盖和立秆覆盖耕作法比其他保护性耕作法效果较差,故仅对其他4种保护性耕作处理的水分利用效率和传统耕作进行对比分析。免耕碎秆、碎秆深松、免耕碎秆耙和碎秆深松耙的水分利用效率均高于传统耕作,其中免耕碎秆耙和碎秆深松耙的水分利用效率最好;碎秆深松的平均水分利用效率为 $14.25 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mm}^{-1}$,

比免耕的水分利用效率 ($14.15 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mm}^{-1}$) 略高。冬小麦保护性耕作平均水分利用效率比传统耕作高约 13.2%。

表6 保护性耕作平均水分利用效率
与传统耕作水分利用效率比较

年份	水分利用效率/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{mm}^{-1})$		水分利用效率 增加率/%
	传统耕作	保护性耕作平均	
1993	8.16	11.22	37.6
1994	12.26	13.30	8.5
1995	10.22	10.35	1.3
1996	18.65	20.72	11.1
1997	15.23	16.74	9.9
1998	12.66	14.05	11.0

3 结论

在降雨量集中于休闲期的干旱地区生产冬小麦,采用以秸秆覆盖为核心技术,以深松、耙地为辅助措施,用免耕施肥播种机直接播种冬小麦的旱地保护性耕作法,可以明显提高冬小麦地的蓄水量和水分利用效率,笔者所做的6a田间试验结果表明,采用保护性耕作法的冬小麦地夏休闲蓄水量明显高于传统耕作法,平均多蓄水约9%,水分利用效率比传统耕作高约13%,产量比传统耕作增加约14%。采用保护性耕作法的冬小麦在较早年份增产幅度较大,平均增产可达18.4%;在平、丰水年增产幅度相对较小,平均增产7.8%。

参 考 文 献

- 1 高焕文 北方不同类型区机械化旱作模式研究 见:卢良恕等 机械化旱作农业与节水灌溉技术研究会论文集 北京:中国农业工程学会,1998
- 2 陈君达,李洪文 旱地玉米保护性耕作技术和机具体系 中国农业大学学报,1998,3(4):33~38
- 3 张水江,王耀发 旱地冬小麦保护性耕作中的种肥分施 中国农业大学学报,1997,2(6):53~56