

保护性耕作表土作业的田间试验研究

杜 兵 李问盈 邓 健 廖植樨

(中国农业大学机械工程学院)

摘 要 对 4 种保护性耕作法与传统耕作法进行了田间对比试验研究,着重探讨了免耕法和免耕+深松耕作法增加耙地表土作业后,对土壤水分保持和作物产量的影响。结果表明,免耕碎秆覆盖+深松、免耕碎秆覆盖+深松+耙和免耕耙 3 种处理的小麦平均产量分别比传统处理增加 9%、11%和 14%;对采用纯粹免耕法的小麦地增加耙地表土作业后,休闲期蓄水效果和水分利用效率得到明显改善,小麦增产 12%;对免耕+深松耕作法增加播前耙地作业后,小麦地休闲期蓄水效果和水分利用效率得到一定程度的提高,产量略有增加。

关键词 旱作农业; 保护性耕作; 免耕; 表土作业

分类号 S 345; S 512. 1

Research on Surface Tillage in Conservation Tillage

Du Bing Li Wenying Deng Jian Liao Zhixi

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract Field experimental research on the comparison of four kinds of conservation tillage and a conventional tillage was conducted. Effects of the surface tillage, harrowing operation, used in the systems of no-tillage and no-tillage plus subsoiling on soil water content and winter wheat yield were investigated. It was shown from the experimental results that the wheat yields of the three treatments: no-tillage plus subsoiling, no-tillage plus subsoiling plus harrowing and no-tillage plus harrowing have been increased by 9%, 11% and 14%, respectively, comparing to that of the conventional tillage treatment. There was an obvious improvement on the soil water conserving in the fallow and the water use efficiency for the no-tillage treatment due to the supplement of before-sowing harrowing operation and therefore its yield was increased by 12%. In the same way, there was a slight improvement on the soil water content in the fallow, water use efficiency and wheat yield for the no-tillage plus subsoiling due to the harrowing operation.

Key words dryland farming; conservation tillage; no-tillage; surface tillage

多年的田间试验研究^[1,2]发现,当采用纯粹的免耕法,残茬覆盖量达到一定程度时,免耕播种机的通过性能和播种质量受到严重影响,同时,实施免耕多年后,土壤压实程度会越来越严重,使残茬覆盖保水作用降低,从而制约了免耕保护性耕作法的进一步发展。在免耕法的基础上增加深松作业,是解决免耕压实问题的措施之一,但在一些情况下,进行深松作业后地表不平度增加,甚至出现土坷垃,这对小麦生长是一个潜在的不利因素。为克服上述不利因素,使保

收稿日期: 1999-08-02

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,100083

护性耕作法得到进一步完善,笔者通过田间试验,研究了在免耕法和免耕+深松耕作法的基础上增加耙地作业,对土壤水分保持及作物产量的影响,并与传统耕作法进行了对比研究。

1 试验设计

保护性耕作田间试验在山西省临汾城隍乡进行,试验作物为冬小麦,试验地从1992年开始进行免耕或少耕保护性耕作试验,已连续进行了7a。

根据过去的研究结果,在免耕或少耕法的基础上增加播前耙地作业,设计了免耕碎秆覆盖(简称免耕碎秆)、免耕碎秆覆盖+深松(简称碎秆深松)、免耕+播前耙(简称免耕耙)以及免耕碎秆覆盖+深松+播前耙(简称碎秆深松耙)4种保护性耕作处理,加上传统耕作共5种处理做对比试验,每种处理各2个重复。试验总面积 $70\text{m} \times 80\text{m}$ (0.56hm^2),试验田土壤质地为壤土,各处理按随机方式排布。试验布置时间为1997年6月收获小麦后,其中耙地作业在播种前2d进行,深松作业在休闲期土壤水分适宜时进行。

1996年6月至9月休闲期降水量为162.2mm,1996年9月至1997年6月冬小麦生育期降水量为197.5mm,生育期的降水集中于5月6日至31日之间。全年降水量为359.7mm,是自1992年以来最干旱的一年;因此小麦产量不高,秸秆覆盖量不大,在采用免耕碎秆覆盖处理的冬小麦地进行播种作业时机械未发生堵塞现象,耙地后地表平整度明显改善。

2 试验结果与分析

2.1 小麦播种前数据测量及分析

1997年9月20日(播种前)对小麦示范区的土壤含水率进行了测定(表1),可以看出,4种保护性耕作处理地0~100cm土层深度的平均土壤含水率,均高于传统处理。免耕耙处理地20~50cm和50~100cm土层深度的平均土壤含水率比其他3种保护性耕作处理都高。分析各处理地0~50cm土层深度的土壤蓄水量(表4)可知,免耕耙处理地休闲期的蓄水效果最好,其次是碎秆深松耙处理。

表1 各种处理地播种前的平均土壤含水率 %

处理方式	土层深度/cm		
	0~20	20~50	50~100
碎秆深松	17.57	16.32	8.66
碎秆免耕	17.84	16.61	9.76
免耕耙	17.73	18.15	10.19
碎秆深松耙	17.18	15.91	9.27
传统	15.85	13.92	7.22

9月25日播种小麦,播种量 $187.5\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。播前用药剂拌种。施肥量尿素为 $225\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,二铵 $150\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。播种后对免耕碎秆、免耕耙和碎秆深松耙3种处理的播种深度进行了测量(表2),由于碎秆深松耙处理在播种前进行了耙地,表层土壤疏松,使得平均播种深度比其他2种处理略深。

表2 3种保护性耕作处理的播种质量(平均值)

处理方式	播种深度/	施肥深度/	种肥间距/	出苗数/ 株 $\cdot\text{m}^{-1}$
	cm	cm	cm	
免耕碎秆	4.7	9.9	5.2	57
免耕耙	4.3	8.9	4.6	69
碎秆深松耙	5.5	9.7	4.2	57

9月30日至10月6日对出苗数进行定点取样观测,从测量结果可以看出,10月5日以后,每 m^2 出苗数趋于稳定,故取10月6日的查苗结果作为各处理出齐苗时的情况(表2)。结果表明:免耕耙处理的每 m^2 出苗数略高于免耕碎秆和碎秆深松耙处理。

2.2 小麦收获后产量和土壤含水率测定及分析

1998年6月21日(小麦收获后)测定了小麦产量、土壤含水率和土壤体积密度等, 计算得出小麦收获后各处理地的平均含水率(表3)、蓄水量及水分利用效率(表4)。

表3 小麦收获后各处理地的平均含水率 %

处理方式	土层深度/cm	
	0~ 50	50~ 100
免耕碎秆	13.07	7.35
免耕耙	14.70	8.19
碎秆深松	13.08	7.18
碎秆深松耙	15.05	8.81
传统	13.46	6.99

表4 临汾地区不同处理小麦地的蓄水量、产量和水分利用效率

处理方式	蓄水量/mm		产量/ (t·hm ⁻²)	水分利用效率/ (kg·hm ⁻² ·mm ⁻¹)
	播种前	收获后		
碎秆深松	115	90	3.011	13.52
碎秆深松耙	117	104	3.060	14.50
免耕碎秆	113	90	2.794	12.66
免耕耙	126	106	3.131	14.38
传统	93	93	2.753	13.97

说明: 蓄水量测定土层深度为0~ 50 cm, 测定日期播种前为1997年9月20日, 收获后为1998年6月21日。

方差分析结果表明, 小麦收获后0~ 50 cm 土层的土壤含水率, 深松耙处理比免耕碎秆和碎秆深松处理约高15% (置信度90%); 免耕耙处理比免耕碎秆和碎秆深松处理约高12% (置信度90%)。50~ 100 cm 土层的平均土壤含水率, 碎秆深松耙和免耕耙比其他3种处理高11%~ 26% (置信度90%~ 95%)。

对产量数据进行方差分析, 结果表明: 免耕耙、碎秆深松耙和碎秆深松处理的小麦平均产量比传统分别增加4%, 11%和9% (置信度90%~ 99%)。

从表4可以看出, 对免耕碎秆覆盖和碎秆覆盖+ 深松处理增加耙地表土作业后, 小麦产量有不同程度的提高, 免耕耙比免耕碎秆处理增产12%。其主要原因是, 免耕耙处理地休闲期蓄水效果最好, 且播种前的耙地作业改善了地表平整度, 提高了播种质量, 使每m² 出苗数增多; 碎秆深松耙比碎秆深松处理的产量略高。从水分利用效率来看, 2种带表土作业的保护性耕作处理免耕耙和碎秆深松耙分别比不带表土作业的保护性耕作处理免耕碎秆和碎秆深松高约13.6%和7.2%。

在1996年6月至1997年6月年降雨量仅为359.7 mm 且秸秆覆盖量小的情况下, 纯粹免耕碎秆覆盖处理的产量不高, 主要是其休闲期蓄水效果和水分利用效率比其他3种保护性耕作处理都低的缘故, 因此, 这种保护性耕作方式应该加以改进。

3 结 论

1) 碎秆深松、碎秆深松耙和免耕耙处理的小麦平均产量分别比传统耕作约增加9%, 11%和14%。2) 纯粹免耕法加上表土作业(耙)后, 休闲期蓄水量明显提高, 0~ 50 cm 土层提高8%, 深层(50~ 100 cm)提高11%~ 26%; 地表状况改善、播种质量提高; 水分利用效率提高13.6%; 小麦增产12%。3) 免耕深松增加播前耙地作业后, 休闲期蓄水效果和水分利用效率得到一定程度的提高(分别为1.7%和7.2%), 产量略有提高。

参 考 文 献

- 1 高焕文, 李洪文, 陈君达 可持续机械化旱作农业研究 干旱地区农业研究, 1999, 17(1): 57~ 62
- 2 杜兵, 廖植樾, 邓健, 等 小麦地保护性耕作措施和压实对水分保护的影响 中国农业大学学报, 1997, 2(6): 43~ 48