

不同耕作方式对坡耕旱地土壤环境 及小麦产量的影响

吕军杰, 姚宇卿, 张洁, 王育红, 李俊红, 丁志强, 吴剑峰, 于新峰
(洛阳市农业科学研究院, 中国农业科学院 洛阳旱农试验基地, 河南 洛阳 471023)

摘要: 在长期定位试验的基础上, 研究分析了免耕覆盖与深松覆盖保护性耕作技术对降水贮蓄率、入渗、容重、养分、温度等土壤环境因子及小麦产量的影响, 结果表明, 这 2 项技术可提高土壤养分含量, 增加土壤饱和导水率, 减缓地表温度的日变化幅度, 提高土壤对降水的利用率及小麦产量。增产最高可达 18.89% 与 20.87%, 但其应用效果年际间差异较大。免耕覆盖降水贮蓄率为 34.8%~77.4%, 深松覆盖为 38.7%~75.0%; 免耕覆盖的小麦水分利用效率为 1.04~1.82 kg/m³, 深松覆盖为 1.07~1.77 kg/m³。

关键词: 耕作方式; 旱地; 土壤环境; 小麦; 产量

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)01-0041-04

Effects of Different Tillage Measures on Soil Environment and Wheat Yield in Slopping Dry-land

LÜ Jun-jie, YAO Yu-qing, ZHANG Jie, WANG Yu-hong, LI Jun-hong,
DING Zhi-qiang, WU Jian-feng, YU Xin-feng

(Luoyang Academy of Agricultural Sciences, Luoyang Dry-land Farming Experiment Station,
of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Luoyang 471023, China)

Abstract: Long-term experiments analyzed the effects of no-tillage coverage and subsoiling coverage conservation tillage technologies on soil environmental factors including precipitation storage rate, infiltration, bulk density, nutrients and temperature, and wheat production. The results showed that these two technologies could improve soil nutrient content, increase soil saturated hydraulic conductivity, slow down the diurnal variation of surface temperatures, and increase the utilization of precipitation and wheat yields. However, the application results were quite different between years. The maximum increase of wheat yields was up to 18.89% and 20.87% for the two technologies, while it was not obvious for some years. The precipitation storage rates during the rainy season were 34.8%—77.4% for the no-tillage coverage technology and 38.7%—75.0% for the subsoiling coverage technology. The water-use efficiencies of wheat for the no-tillage coverage measure and the subsoiling coverage measure were 1.04—1.82 kg/m³ and 1.07—1.77 kg/m³, respectively.

Key words: Tillage measure; Dry-land; Soil environment; Wheat; Yield

土壤是作物赖以生存的基础, 其质量优劣直接影响作物的生长状况, 一切耕作管理措施都是通过改变土壤环境进而影响作物的生长。这一点在旱作区显得更为重要。洛阳为典型的旱作区, 限制该区旱作农业持续发展的主要因素之一是降水不足且时

空分布严重不均, 季节干旱明显; 二是土壤瘠薄, 保水保肥能力差, 养分要素按分级标准多为缺或极缺; 三是耕作粗放, 集约化程度低, 土地生产力中技术贡献率不高。研究和实践证明, 采用适宜的土壤耕作方式是改善土壤环境条件, 提高土壤生产能力的重

收稿日期: 2010-07-27

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(007BAD88B02-04); 洛阳市科技攻关项目(0801068A)

作者简介: 吕军杰(1970-), 男, 河南洛阳人, 副研究员, 主要从事旱作农业研究。E-mail: junjielv123@126.com

要途径之一。为此,从深松、免耕保护性耕作方式着手,研究其对提高土壤保水、保肥能力,提高作物水分与养分的利用效率以及提高作物产量方面的作用,分析评价不同耕作方式的作用效果。

1 材料和方法

1.1 试验地基本情况

试验在中国农科院洛阳旱作农业观测场(孟津县)进行。该地区年平均气温 14℃,属典型的丘陵坡耕地,8°坡地,肥力中等。种植模式为一年一熟,夏休闲,年降雨量在 600 mm 左右,属于半湿润偏旱气候,降雨季节分配不均,60%~80%的降雨量主要集中在 6~9 月份,且降雨强度大,历时短,容易造成土壤侵蚀,导致土壤养分的严重流失。

1.2 试验设计

本试验为定位监测试验,从 1999 年开始,测定数据主要为土壤水分、养分、侵蚀以及作物生长情况等。供试作物为冬小麦品种洛旱 6 号。设 3 个处理:(1)免耕覆盖(NT):小麦收获时留茬 35~40 cm,免耕。(2)深松覆盖(ST):收获时保留 40 cm 的残茬,7 月初间隔 60 cm 深松 40 cm,深松带为 20 cm。(3)传统耕作(CT):收获时保留 10~15 cm 的残茬,于 7 月初翻耕 20 cm,不耙耱,9 月中下旬耕翻第 2 次。小区面积 30 m²,3 次重复。

1.3 样品采集及分析方法

1.3.1 土壤水分 每个处理在坡上、坡中、坡下 3 个点取样,在小麦播种前与收获后用土钻采集 0~160 cm(0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm、50~70 cm、70~90 cm、90~120 cm 与

120~160 cm 9 个层次)土壤样品,用烘干法测定水分含量。

1.3.2 土壤养分 在小麦收获后,分 4 层(0~10 cm、10~30 cm、30~70 cm、70~120 cm)测定土壤有机质、全 N 及速效 P、K 的含量。

1.3.3 土壤温度 用英国产 TINYTAG 型土壤温度采集器连续自动记录土壤地表温度,每 2 h 测定一个数据,每个生育阶段和土壤日温均为每天对应时段的平均值。

1.3.4 土壤容重 用环刀法和双环法测定。

1.3.5 降雨量及产量 在试验地附近设置雨量筒适时测定雨量,小麦生长期内进行常规生物学性状及产量测定。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式下降水贮蓄率的变化

如何提高降水储蓄率是旱作农业研究的重要内容。多数研究证明,深松覆盖与免耕覆盖技术可明显提高降水贮蓄率(表 1),但降水贮蓄率的高低与降水的分布有着明显的关系。如 2002 年与 2006 年同为较干旱年份,后者由于降水集中在后期,贮蓄率均超过 60%,且处理间差异不明显,而 2002 年贮蓄率均不足 40%,但处理间差异明显,免耕覆盖处理贮蓄率提高了 11.9 个百分点,深松覆盖提高了 16.2 个百分点。而 2007 年与 2005 年夏休闲期降水总量正常情况下也有同样特点,所有不同处理间差异明显,2005 年免耕处理贮蓄率提高了 20 个百分点。但在降水丰富的 2003 年,降水贮蓄率不高,而且处理间也无差异。

表 1 不同耕作方式对夏休闲期土壤降水贮蓄率的影响

年份	处理	休闲始土壤 水分含量/mm	休闲末土壤 水分含量/mm	休闲期降水量/mm	降水贮蓄率/%
2002	免耕覆盖	235.3	281.5	133	34.8
	深松覆盖	213.0	265.0	133	39.1
	传统耕作	223.3	253.8	133	22.9
2003	免耕覆盖	181.5	467.1	767	37.2
	深松覆盖	163.2	460.1	767	38.7
	传统耕作	166.6	454.4	767	37.5
2005	免耕覆盖	144.0	395.9	326	77.4
	深松覆盖	149.2	393.4	326	75.0
	传统耕作	156.4	337.3	326	55.6
2006	免耕覆盖	214.2	383.2	250	67.6
	深松覆盖	225.2	390.6	250	66.2
	传统耕作	200.9	363.0	250	64.8
2007	免耕覆盖	141.2	328.0	334	56.0
	深松覆盖	139.1	332.4	334	57.9
	传统耕作	135.5	272.5	334	41.0

2.2 不同耕作方式对土壤养分的影响

土壤养分含量高低是影响土壤肥力以及土壤环境的重要指标之一,有机质含量高的土壤不仅肥力较高,且表征着土壤有着良好的结构与生产能力。而土壤速效养分含量的高低则反映了土壤能够为作物生长提供养分的能力。耕作措施通过改变土壤结构,可增加土壤养分或通过提高土壤养分的有效性

增加养分供应量。从表 2 可看出,深松与免耕 2 种耕作方式通过秸秆覆盖还田,一方面减少土壤侵蚀所造成的土壤肥力下降,另一方面秸秆还田又增加土壤有机质与速效养分含量。影响最明显的是 0~10 cm(表层),免耕条件下有机质含量增加 2.9 g/kg,有效磷提高了 0.13 mg/kg,速效钾提高了 1 倍多。对 10~30 cm 的影响则相对小些。

表 2 不同耕作方式对土壤养分的影响

处理	有机质/(g/kg)		有效磷/(mg/kg)		速效钾/(mg/kg)	
	0~10 cm	10~30 cm	0~10 cm	10~30 cm	0~10 cm	10~30 cm
免耕覆盖	12.30	0.81	6.12	2.55	204	77
深松覆盖	11.20	0.77	7.95	5.49	183	81
传统覆盖	9.40	0.49	5.99	2.46	71	48

2.3 不同耕作方式对土壤温度的影响

土壤温度的变化一方面影响土壤水分的散失,另一方面也影响作物生长。

据调查,各处理冬季(小麦生育期)最低温度出现在 6:00 左右,夏闲期则出现在 8:00 左右,最高温度均出现在 14:00 左右;20:00—8:00 左右深松与免耕处理的地表温度高于传统耕作(夜间),而 8:00—20:00 则低于传统耕作(白天),这种差异冬季较夏季明显。2:00—8:00,传统耕作处理的土温低于免耕覆盖和深松覆盖(图 1),8:00,地表温度迅速增加,高于其他 2 处理;14:00 各处理土壤温度达最高,处理间差异最大,传统耕作比免耕覆盖和深松覆盖的分别高 2.8℃、2.9℃;16:00 后土壤温度开始迅速降低,传统耕作降的较快,20:00 后又低于免耕覆盖和深松覆盖处理。各处理地表土壤温度最低点均在 8:00(图 2),按高低顺序排列为:传统耕作<深松覆盖<免耕覆盖,免耕覆盖和深松覆盖比传统耕作分别高 0.9℃和 0.8℃;土温最大值出现在 14:00,传统耕作土温最大值明显高于免耕覆盖和深松覆盖,高 1.6℃。深松覆盖与免耕覆盖土壤温度日变化较传统耕作平缓,特别是夏闲最高温度的降低,对于减少土壤水分蒸散损失是十分有效的,冬季温度较低能有效减缓小麦生长速度,控制群体增长,提高成穗率,最终提高水分利用效率。

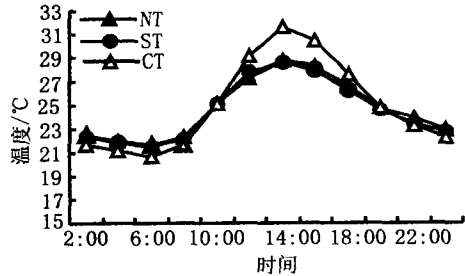


图 1 夏休闲各处理地表土壤温度日变化

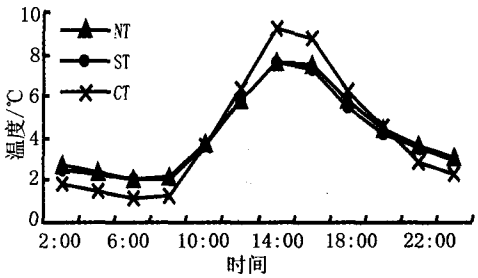


图 2 播种—拔节期各处理地表土壤温度日变化

2.4 不同耕作方式对土壤容重及水分入渗的影响

从表 3 可看出,免耕处理 10 cm 以下土壤容重均高于其他处理,其对土壤的影响主要依赖于作物根系及土壤微生物,对容重影响较小,而表层则由于秸秆还田的作用,容重与其他处理间差异不明显,其蓄水保墒效果的提高主要是覆盖的效果;深松处理由于打破了犁底层,降低了该层容重,提高了水分下渗速度,利于提高土壤的降水储蓄能力,该处理 20~30 cm 容重较传统耕作降低 0.08 g/cm³,30~40 cm 容重较传统耕作降低 0.13 g/cm³。

表 3 不同耕作方式对土壤容重的影响 g/cm³

土层/cm	免耕覆盖	深松覆盖	传统耕作
0~10	1.18	1.14	1.15
10~20	1.32	1.19	1.23
20~30	1.34	1.26	1.34
30~40	1.45	1.34	1.47

由图 3 变化曲线可将入渗过程分为 4 个阶段。一是入渗速度急速下降阶段,这一阶段由于耕层土壤相对疏松,水分下渗较快,主要在试验开始的 3~4 min;二是快速下降阶段,水分下降速度相对第一阶段明显减慢,主要在试验进行到 5~15 min 内;三是缓慢下降时期,水分下渗速度表现出缓慢减弱的现象,主要在试验的 20~40 min 内;四是水分下渗

相对平稳阶段,在试验进行 50 min 以后,这时的下渗速度即为饱和导水率。

由图 3 中还可看出,深松处理一直表现出较高的水分下渗速度,而免耕处理在试验进行至 5 min

以后水分下渗速度超过了传统耕作,这与初期传统耕层相对较疏松有关。深松的饱和导水率大于免耕,而传统耕作最低,这也正是深松、免耕覆盖耕作模式降水利用率高的一个主要原因。

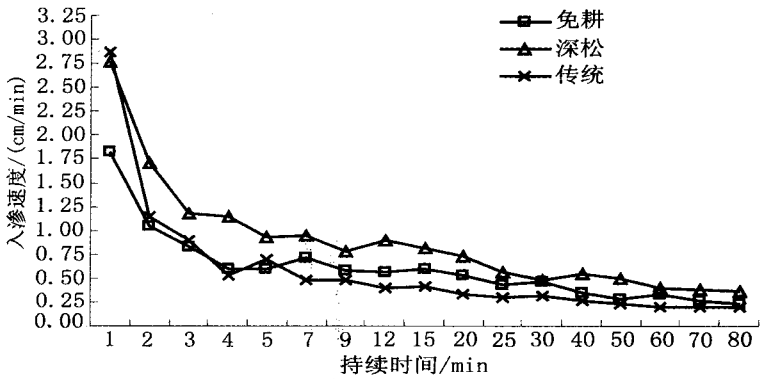


图 3 不同耕作方式对土壤水分入渗的影响

2.5 不同耕作方式对小麦产量及水分利用效率的影响

在豫西丘陵旱作区,由于降水的年际间、一年之内的分布不均匀性,使作物耗水量有明显变化,年际间产量和作物水分利用效率变化也较大。由表 4 可看出,2002—2003 年度,在小麦播种前底墒较差且

生育期降水又较少的情况下,免耕覆盖与深松覆盖的水分利用效率高达 1.82 kg/m³、1.79 kg /m³,增产效果也非常明显,达到 18.89%与 20.87%。而 2003—2004 年度,由于 2003 年夏闲期内降水充足,尽管小麦生育期内降水较少,免耕覆盖与深松覆盖两处理增产效果不明显,处理间水分利用效率差异不大。

表 4 不同年份不同耕作方式对小麦产量及水分利用效率的影响

年度	处理	生育期降水量/ mm	耗水量/ mm	产量/ (kg/hm ²)	增产/%	水分利用效率/ (kg/m ³)
2002—2003	免耕覆盖	227.6	263.2	4777.5	18.89	1.82
	深松覆盖	227.6	275.1	4857.0	20.87	1.79
	传统耕作	227.6	256.4	4018.5	0.00	1.57
2003—2004	免耕覆盖	154.0	428.4	4270.5	-1.76	1.04
	深松覆盖	154.0	426.5	4560.0	4.90	1.07
	传统耕作	154.0	436.1	4347.0	0.00	1.00

3 结论与讨论

影响土壤环境的因子很多,如机械组成、孔隙度、土壤酶、有机质组分、微生物含量、种类等。良好的土壤环境是众多因子共同作用的结果,各因素之间相互影响又相互制约。本研究仅选用了作物生长影响最直接的因素(养分、水分、温度)以及对土壤蓄水能力影响较大的因子(容重、入渗等,对土壤侵蚀的影响也是一个重要因素)进行研究分析,认为免耕覆盖与深松覆盖技术可明显提高土壤水分入渗速度,提高土壤有机质等养分含量,改善土壤生态环境,提高作物产量与水分利用效率。

参考文献:

[1] 张志国.长期秸秆覆盖免耕对土壤某些理化性质及玉

米产量的影响[J].土壤通报,1998,35(3):385-389.
[2] 吕军杰,王育红,姚宇卿,等.不同耕作方式对坡耕地土壤水分的影响[J].中国农业气象,2002,10(3):39-42.
[3] 吕军杰,姚宇卿,王育红,等.不同耕作方式对坡耕地土壤水分及水分生产效率的影响[J].土壤通报,2003,40(1):74-76.
[4] 吕军杰,姚宇卿,王育红,等.坡耕旱地土壤养分分布规律初探[J].河南农业科学,2002(6):23-24.
[5] 黄明.豫西旱坡地小麦保护性耕作的效应分析[D].洛阳:河南科技大学,2005.
[6] 颜景波,韩志松.风沙半干旱区沙土不同耕法水土保持效果研究[J].河南农业科学,2010(8):62-63.