

豫东平原实施保护性耕作的研究与实践效果

余泳昌¹, 鲁传涛², 冯春丽¹, 刘清民³

(1. 河南农业大学, 河南 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院, 河南 郑州 450002;

3. 鄆城县农机局, 河南 鄆城 462000)

摘要: 借鉴国内外农田保护性耕作研究技术, 结合豫东地区实际, 与有关推广生产单位联合, 以小麦、玉米等主要作物一年两熟制体系为研究对象, 农机与农艺相互配套, 设计了 3 套不同模式的工艺方案, 并在豫东地区选取了 4 个试验点进行试验, 结果表明, 豫东半干旱地区实施免耕、少耕, 秸秆覆盖, 免耕播种, 局部深松等保护性耕作措施, 对改变土壤的理化特性、改善作物生长的环境条件有不同程度的促进作用, 有明显的社会效益和生态效益, 并能提高作物产量。

关键词: 保护性耕作; 免耕覆盖; 局部深松; 农艺; 可持续农业

中图分类号: S345 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2005)07-0061-04

Research and Practice on Protective Tillage in the Eastern Plain of Henan Province

YU Yong-chang¹, LU Chuan-tao², FENG Chun-li¹, LIU Qing-min³

(1. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

3. Bureau of Farm Machinery of Yancheng County, Yancheng 462000, China)

Abstract: Drawing the lessons about study technique of conservation tillage in farmland at home and abroad, combining the reality of the eastern area of Henan province, cooperating with some concerned units, and taking some main crops which have two harvest in a year, such wheat, maize, etc. as the research objects, the schemes of three sets of different modes were designed with the combination of agricultural machinery and agronomy, which were tested in four testing areas in the eastern area of Henan province. The results indicate that taking the conservation tillage measures such as no-tillage, few-tillage, the straw covering, no-tillage seeding, and local deep-loosening, will have an important influence to improve physical and chemical features of the soil, environmental condition of plant growing and agricultural-product output, and have obvious social and ecological benefits.

Key words: Protective tillage; No-tillage mulch; Local deep-loosening; Agronomy; Sustainable agriculture

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

豫东平原位于东亚季风气候区, 属典型的半干旱区, 冬季寒冷干燥, 夏季炎热多雨, 热量资源可以

满足麦杂两熟和稻麦两熟的需要; 但是该区降水资源有限, 降水的年内与年际差异也很大, 年平均降水量 500~800 mm, 干旱年份低于 400 mm, 以夏季降水最为集中, 占年总量的 53%~56%; 从豫东地区气候条件可以看出, 影响其作物产量的主要气候因

收稿日期: 2004-11-18

基金项目: 河南省重大科技攻关项目(991030212)

作者简介: 余泳昌(1955—), 男, 河南杞县人, 教授, 主要从事农业机械化工程研究。

子是降水。由于黄河多次泛滥、决口、改道,形成黄河高滩、背河洼地和垄状沙丘,土壤的沙化和盐碱趋势严重,已有 20%的土地面积趋于沙化。沙地漏水漏肥,最大持水量为 10%~15%,土壤吸收量为 40~50 mg/kg,春季干旱季节风起沙飞,影响表层土壤保护和人们的生产和生活;盐碱地可溶性盐分较多,主要集中在 0~20 cm 耕层内,土壤含盐量 0.2%左右,有机质含量低,地下水位高,湿度大,耕地的地温低,同样影响到农作物的生产^[1]。豫东平原是河南省重要的农业生产基地,水土流失严重是影响该区粮食安全及农业持续发展的重要因素之一。大量水土流失不仅导致土壤贫瘠,而且蚕蚀耕地。水土流失的原因除降雨集中、大量开荒、林草植被减少外,还和耕作方式不当、管理粗放密切相关。如目前普遍采用的铧式犁翻耕深度不够、表土频繁翻整、燃烧秸秆、土地裸露休闲、化肥过量施用等都是不恰当的方法。

1.2 研究方法

豫东平原农业生产及生态环境存在主要问题:一是水资源极度匮乏,超量开采仍在加剧;二是土壤沙化,水土大量流失,植被明显破坏;三是机械作业环节多、能耗大、成本高;四是化肥、农膜大量使用,土壤污染十分严重^[2]。因此,实施农田保护性耕作是非常必要的。保护性耕作的实质是固土保肥力。固土就是要减少对土壤的作业程序,少耕免耕,利用作物残茬覆盖地表,降低水分蒸发;保肥力就是要抑制杂草生长^[3],减少土壤养分消耗,增加有机质含量,改善土壤结构,增强肥力。豫东平原区农作物种植模式以一年小麦—玉米、小麦—杂粮两熟制为主,复种指数高,与我国北方旱区实施的保护性耕作有所区别,采用完全免耕是不现实的,因此,确定少耕、

浅旋耕、深松、秸秆覆盖等综合措施为研究的方法和对象。

试验选取了小麦—玉米两熟制种植模式,在封丘县、柘城县、商丘市睢阳区和太康县布置了 4 个试验点,设计了 3 种不同的作物种植技术工艺方案,并将新方案与传统种植方法进行对比,研究不同耕作方式下作物的生长环境、土壤理化特性、农作物产量和经济效益的变化状况,以便为豫东地区农业生产和实施保护性耕作提供科学的理论根据。

1.3 技术工艺方案设计

根据豫东地区小麦—玉米一年两熟制的种植结构及栽培模式,在调查搜集大量技术数据的基础上,制定出了切实可行的技术实施工艺方案^[4],包括前茬土地基础条件准备→种子准备→秸秆处理→机械播种(施肥播种)→喷洒除草剂、杀虫剂→田间管理等^[5 6]。

方案实施的技术要点是前茬土地基础条件应满足种植要求,如地表状态、幅宽、灌溉条件;选择优良品种;秸秆粉碎还田要求覆盖良好;适时播种并保证精量机播,合理施用化肥和适时喷施杀虫剂和除草剂。小麦种植基础条件准备应考虑土壤团粒之间有一定的孔隙度,便于种子着床,若前茬没有深松或旋耕处理,应考虑耕翻整地。一定深度的耕翻和深松可以采取隔年段进行。

夏玉米免耕覆盖机械化种植技术是指在小麦收获后不再耕整地^[7],直接在麦秸粉碎覆盖或高留茬的土地使用免耕播种机播种,集开沟、施肥、播种、覆土、镇压等多道工序于一体的栽培技术。该技术的主要特征是:选择性能良好的免耕铁茬播种机;地表覆盖小麦秸秆和残茬;在整个玉米生长期间不中耕。

保护性耕作和传统耕作生产工艺方案见表 1。

表 1 生产工艺方案

种植模式	技术工艺路线
传统耕作模式	前茬收获——铧式犁耕翻、整地(施底肥)——机械或人工播种小麦——田间管理(中耕、追肥)——机械或人工收获小麦(低留茬)——机械或人工点播玉米——田间管理(中耕、施肥、浇水)——玉米收获
保护性耕作方案 1	玉米摘穗收获——机械粉碎秸秆覆盖地表——圆盘耙或浅旋耕表土整地作业——免耕施肥播种机播小麦——喷施除草剂——田间管理(中耕、施肥、浇水)——机收小麦——秸秆粉碎覆盖——免耕机播玉米——4 至 5 叶期行间深松(侧施化肥)——田间管理(间苗、除草、施肥、浇水)——玉米收获;
保护性耕作方案 2	玉米摘穗收获——秸秆整秆保留——专用免耕播种机播小麦——喷施杀虫、除草剂——田间管理(追肥、浇水)——机械收获小麦——秸秆粉碎覆盖——免耕播种玉米——施除草剂——田间管理(追肥、浇水)——玉米收获(隔年深松或旋耕)。

注:专用小麦免耕播种机要有松土开沟器、播种开沟器、覆土镇压装置

2 结果与分析

2.1 不同种植模式下土壤含水率、地温的变化

表 2 为太康试验点 3 种模式土壤含水率、地温的变化情况。从中可以看出, 实施保护性耕作的 2 种植模式的土壤含水率明显高于传统种植模式。0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm 土壤含水率, 保护性耕作模式 1 比传统耕作模式分别高 0.2~4.1 个百分点, 0.2~2.7 个百分点, 0.1~2.1 个百分点; 保护

性耕作模式 2 比传统耕作模式分别高 0.3~1.9 个百分点, 0.2~1.0 个百分点, 0.2~0.7 个百分点。分析其原因是秸秆覆盖层能降低水分蒸发, 尤其在干旱期更为明显, 即使在降雨量较大时, 因有覆盖层, 土壤未被搅动能较好的防护雨水入渗, 保持水土不被冲刷, 有利于作物根系生长发育^[9]。从测试土层地温来看, 覆盖秸秆后地温略高于其他种植模式 0.1~2.4℃, 有利于增加土壤积温, 加速秸秆覆盖物的腐烂发酵, 加快土壤有机质的转换和养分的吸收^[3]。

表 2 不同种植模式下土壤含水率、地温

种植模式	土层深度 (cm)	平均土壤含水率(%)									平均地温(℃)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
保护耕作 1	0~5	15.5	27.3	28.5	25.7	16.4	14.7	16.8	8.6	6.4	30.1	26.7	25.1	27.5	9.6	6.7	9.2	14.2	20.5
	5~10	18.1	23.8	25.6	24.3	15.8	16.6	15.1	7.8	5.9	29.0	27.0	26.1	27.2	10.4	5.9	8.9	13.7	19.4
	10~15	17.2	19.6	24.6	23.1	18.7	17.3	15.8	8.4	6.5	28.9	27.0	26.3	27.3	11.2	5.1	8.1	13.2	18.6
保护耕作 2	0~5	15.6	27.5	28.6	25.7	16.8	15.3	13.8	8.2	6.9	31.0	26.7	25.2	27.6	8.8	6.3	7.9	14.9	20.5
	5~10	18.2	23.9	25.5	24.3	16.1	14.9	12.9	7.9	5.8	29.1	26.8	26.1	27.4	9.0	5.9	7.5	14.6	19.6
	10~15	17.2	19.6	24.6	23.1	17.0	15.7	14.0	8.0	6.6	28.8	27.0	26.3	27.5	9.3	5.7	7.3	13.1	18.8
传统耕作	0~5	15.3	25.6	28.1	25.3	16.4	14.4	12.7	7.5	6.2	29.9	26.7	25.2	27.4	8.2	5.7	7.4	14.2	19.5
	5~10	17.7	24.0	25.1	24.1	15.9	13.9	12.7	7.1	5.0	28.9	26.8	26.0	27.1	8.6	5.4	6.5	13.5	18.6
	10~15	16.8	23.7	24.2	22.8	16.8	15.2	13.7	7.3	6.4	28.6	26.9	26.3	27.2	8.9	5.1	6.2	13.2	18.1

注: 表中 1~9 分别表示测定时间(月—日)为 06—13、07—04、07—21、08—26、12—20、02—06、03—20、04—18、05—18

2.2 不同种植模式对土壤理化特性的影响

土壤的理化特性^[7]主要包括有机质含量、氮磷钾比例、土壤容重等。研究发现, 3 种模式土壤有机质含量、氮磷钾比例变化不明显。分析原因可能是覆盖秸秆分解的速度较慢, 短时间内看不到效果, 故主要对土壤容重进行了分析, 结果见表 3(商丘睢阳区高辛镇)。土壤容重是衡量土壤理化性能的一个重要指标, 其容重不同, 所表现出的有效水分、导热

率、气体比例等物理性状有所不同, 容重值相对较小对作物后期的生长发育是有利的。由表 3 可以看出, 前期, 传统耕作土壤受到耕翻的作用, 土壤松散, 容重值相对较小, 而保护性耕作土壤不进行耕翻处理, 土壤比较紧实, 容重偏大, 随着时间的推移, 土壤容重发生变化, 0~10 cm 变化不大, 至 20 cm 深度以下保护性耕作虽然前期高于传统耕作, 但后期低于传统耕作, 特别是保护性耕作模式 1 变化较明显, 这

表 3 不同种植模式下土壤容重的变化

(g/cm³)

测定时间 (月—日)	0~10cm			10~20cm			20~30cm		
	传统耕作	保护耕作 1	保护耕作 2	传统耕作	保护耕作 1	保护耕作 2	传统耕作	保护耕作 1	保护耕作 2
06—24	1.30	1.40	1.41	1.33	1.42	1.44	1.44	1.45	1.46
07—04	1.38	1.40	1.42	1.43	1.51	1.52	1.47	1.47	1.48
07—20	1.44	1.45	1.44	1.59	1.60	1.63	1.58	1.62	1.61
08—07	1.41	1.43	1.44	1.49	1.56	1.50	1.52	1.51	1.53
09—16	1.47	1.38	1.42	1.52	1.44	1.50	1.50	1.42	1.46

是因为进行了行间深松措施^[8]。

2.3 不同种植模式对小麦、玉米生长和产量的影响

由不同种植模式下小麦、玉米生长状况和产量可以看出, 小麦变化不明显, 特别是 2 种免耕模式下小麦出苗率不如传统模式均匀, 有断苗现象, 后期分

蘖, 保护性耕作 1 好于其他 2 种模式, 最后产量稍有提高。分析出苗不齐原因是表层覆盖秸秆短期内不能完全分解, 对种子着床有影响; 同时与以上分析的土壤容重变化相关^[6]。

不同种植模式对玉米生长的影响较为明显。从

表 4(封丘县王村乡 试验点测试结果)可以看出,保护性耕作模式与传统模式相比,玉米茎较粗。2 种覆盖秸秆模式比传统耕作模式在拔节期以后株高增加 2~16 cm,茎粗增加 0.15~0.4 cm,这说明机械化收获后免耕播种加秸秆覆盖满足了农艺对积温和光

照时数的要求,玉米长势明显优于其他模式^[9 10]。
表 5 所示是柘城县刘庙乡试验点 3 种植模式的玉米产量及产量构成情况。由表 5 可以看出,对于夏玉米,在其他条件相同的情况下,实施保护性耕作具有明显的增产效果。

表 4 不同种植模式玉米生长情况

种植模式	不同测定时期株高(cm)					不同测定时期茎粗(cm)				
	06—24	07—04	07—20	08—07	09—16	06—24	07—04	07—20	08—07	09—16
保护耕作 1	25	54	115	237	248	1.68	1.9	2.5	2.9	3.0
保护耕作 2	26	56	118	232	250	1.85	2.1	2.5	2.9	3.0
传统耕作	23	54	102	229	243	1.65	2.1	2.35	2.6	2.6

表 5 不同种植模式玉米产量及其构成因素

种植模式	品种	播期 (月—日)	播量 (kg/hm ²)	株数 (株/hm ²)	穗数 (个/hm ²)	穗粒数 (粒)	千粒重 (g)	产量 (kg/hm ²)
保护耕作 1	郑单 8 号	06—03	45	66 315	65 880	313	300	6 186
保护耕作 2	郑单 8 号	06—03	45	67 455	66 255	302.5	300	6 012
传统耕作	郑单 8 号	06—03	45	65 820	64 305	288	300	5 280

3 结论与讨论

1) 豫东平原半干旱地区实施保护性耕作^[1],一年两熟制的两茬作物生产工艺相互配合,资源互相利用,有利于作物生长发育,减少作业程序,提高劳动效率,方案是可行的。
2) 保护性耕作措施随时间的推移对改善土壤的理化特性有不同的促进作用^[7],特别是土壤容重的变化,对后期土壤持有的有效水分、导热率、气体比例等物理性状有所影响,以此影响到作物的生长发育。
3) 利用秸秆覆盖可减少水分蒸发^[5 6],起到蓄水保水作用,提高土壤含水率,降低养分损失率,促进作物的光合作用,改善作物生长条件,使其发育良好。覆盖层在土壤表层形成腐殖质保护层,减少水土流失,增加土壤有机质,延长土肥时效,起到保护性耕作作用。
4) 豫东平原一年两熟制地区复种指数高,土壤沙化威胁不明显,着重注意的是改变土壤的理化特性^[7],对于技术方案研究应区别于北方干旱区域^[1];特别是小麦种植要求土壤层有一定的疏松程度,完全免耕是不现实的,应考虑隔年耕翻和深松技术相互配合,实现保护性耕作的目的。同时应注意秸秆的有效分解和病、虫、草害的防治。

参考文献:

[1] 武继承, 龚子同, 王志勇. 豫东平原土壤养分时空变异特征研究[J]. 土壤与环境, 2000, 9(3): 227—230.
[2] 刘巽浩, 牟正国. 中国耕作制度[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998. 223—238.
[3] 韩战省, 张进. 小麦、玉米保护性耕作试验研究[J]. 山西农机, 1998, 10(9): 20—25.
[4] 高焕文. 适合中国国情的保护性耕作工艺与机具研究[J]. 中国农业工程学报, 1999(增刊): 55—60.
[5] 陈君达, 李洪文. 旱地玉米保护性机械化耕作技术和机具体系[J]. 中国农业大学学报, 1998, 3(4): 33—38.
[6] 余泳昌, 刘小文, 李明芝. 夏玉米免耕覆盖机械化栽培技术的试验研究[J]. 河南农业大学学报, 2002, 9(3): 56—59.
[7] 李潮海, 周顺利. 土壤容重对玉米苗期生长的影响[J]. 华北农学报, 1994, 9(2): 49—54.
[8] 李洪文, 陈君达, 李问盈. 保护性耕作条件下深松技术研究[J]. 农业机械学报, 2000, 11(6): 42—45.
[9] 任兴国, 王承启. 旱地耕作技术[M]. 北京: 北京大学出版社, 1994. 124—132.
[10] H 伯纳斯基. 耕作播种与植保机械[M]. 北京: 机械工业出版社, 1985. 75—94.
[11] 马大敏, 王秀, 宁吉州. 干旱、半干旱一年两熟地区机械化保护性耕作技术及配套机具研究[J]. 华北农学报, 1998, 13(3): 58—61.