

文章编号:1003-8701(2010)02-0009-05

浅谈保护性耕作对黄土高原的重要性

李瑞平¹,郑金玉¹,罗洋¹,郑洪兵¹,
李伟堂¹,李伟²,刘武仁^{1*}

(1. 吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心, 长春 130033; 2. 清水河县水务局, 内蒙古 清水河 011600)

摘要:针对黄土高原水土流失和沙漠化的严重发生,阐述了保护性耕作的概念及意义,分析了实施保护性耕作对该区的重要性,提出了在黄土高原区实施保护性耕作的重点。

关键词:黄土高原;保护性耕作;重要性

中图分类号:S157.4

文献标识码:A

Discussions on the Importance of Conservation Tillage on the Loess Plateau

LI Rui-ping¹, ZHENG Jin-yu¹, LUO Yang¹, ZHENG Hong-bing¹,
LI Wei-tang¹, LI Wei², LIU Wu-ren^{1*}

(1. Agricultural Environment and Resources Research Center, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Changchun 130033; 2. Qingshuihe County Water Authority, Inner Mongolia 100600, China)

Abstract: Based on a phenomenon of serious soil erosion and desertification in the Loess Plateau, the definition and significance of conservation tillage were discussed, and the importance of implementing conservation tillage in the region was analyzed. Key points of the work were also put forward in the paper.

Keywords: Loess Plateau; Conservation tillage; Importance

1860年至1890年,美国由于不合理地过度开发西部,焚烧草原,盲目垦荒,导致发生了1934年5月震惊世界的“黑风暴”,致使美国毁掉耕地300万 hm^2 ,冬小麦减产51亿 kg ,16万农民倾家荡产,给农业生产造成极大的损失^[1]。从此,土壤少免耕等保护性耕作技术(conservation tillage)问世。保护性耕作减少了对土壤的耕作次数,加上地表秸秆残茬,可增加土壤有机质,改善土壤结构,减少水土流失,防风固沙,故成为防止风蚀、水蚀的重要措施之一。目前,保护性耕作技术已在美国、巴西、加拿大、阿根廷、澳大利亚和巴拉圭等70多个国家被推广应用,全球保护性耕作应用面积达到1.7亿 hm^2 ,占世界耕地总面积的11%^[2]。

该技术已成为发达国家可持续农业的主推技术之一。

1 保护性耕作的概念

保护性耕作在国内外没有形成统一的概念,国外通常以秸秆残茬覆盖度为标准,指在一季作物之后地表留茬覆盖不少于30%为保护性耕作,如起垄、带状耕作、覆盖耕作及免耕等;而秸秆残茬覆盖度在15%~30%(或560~1120 kg/hm^2)的耕作方式称为少耕^[3]。

我国地域辽阔,种植制度表现多样性,保护性耕作技术类型繁多,保护性耕作的概念并不十分明确,不仅仅是少耕、免耕。同国外保护性耕作的概念相比,我国的概念内涵更广泛。中国农业大学张海林教授^[4]认为,保护性耕作是指通过少耕、免耕、地表微地形改造技术及地表覆盖、合理种植等综合配套措施,从而减少农田土壤侵蚀,保护农田生态环境,并获得生态效益、经济效益及社会效益

收稿日期:2009-12-05

基金项目:国家科技支撑计划项目-保护性耕作技术体系研究与示范项目(2006BAD15B04)

作者简介:李瑞平(1984-),男,研究实习员,硕士,主要从事玉米耕作与栽培研究。

通讯作者:刘武仁,男,研究员,E-mail:liuwuren571212@163.com

协调发展的可持续农业技术,张铁军^[5]认为,搞保护性耕作就必须实行免耕和少耕;农业部要求“保护性耕作秸秆覆盖量不低于秸秆总量的30%,留茬覆盖高度不低于秸秆高度的1/3”(农业部颁发的《保护性耕作实施要点》);从比较狭窄的认识角度,有人认为保护性耕作就是少免耕,将土壤耕作减少到能保证种子发芽即可,通过化学除草和秸秆覆盖,减少土壤侵蚀;也有人简单地认为保护性耕作技术就是“懒汉技术”,在中国南方等高产地区没有应用必要;还有人认为保护性耕作就是主要进行机械化土壤耕作,甚至提出没有农业机械就不可能发展该项技术。

2 黄土高原自然状况及实施保护性耕作对该区的意义

2.1 黄土高原自然状况

黄土高原包括太行山以西、秦岭以北、乌鞘岭以东、长城以南的广大地区,跨山西、陕西、内蒙古、甘肃、青海、宁夏及河南等省区,面积约60万km²。黄河中、上游在其流经。黄土高原土层深厚,土质疏松,地形破碎,平地稀少,多数以坡、梁、峁和沟壑组成,暴雨集中且雨量大,土壤容易被雨水冲刷、崩塌,造成奇峰、陡壁、溶洞、陷穴、天生桥等微地貌,更助长了沟壑扩展,加速水土流失,是黄河泥沙的主要来源地。相关研究认为,西北黄土高原区是世界上水土流失最严重的区域,年土壤流失量达21亿t,侵蚀面积达 3.4×10^5 km²^[2]。以山西省为例,每年随雨水流失的泥沙量达4.56亿t,其中带走的有机质就有508万t,氮磷营养30万t,相当于山西省一年化肥施用量的25%^[6-8]。黄土高原从东南向西北,气候依次为暖温带半湿润气候、半干旱气候和干旱气候,年均降水量200~700 mm。由于降雨量少,植被裸露,以及不适当的耕作方式,造成土壤沙化速度愈来愈快,沙尘暴发生频率愈来愈高,地表土壤随着沙尘暴自西向东移动。据调查,影响京津地区的沙尘暴70%的沙源来自内蒙古、山西、河北以及京津周边干旱裸露农田^[9]。其中内蒙古作为我国沙尘暴的主要发源地,更是遭受严重的沙尘暴袭击。2001年春季,发生在该区中西部地区的18场沙尘暴席卷全区8个盟市,41个旗县、308个乡镇,造成重大的经济损失^[10]。

2.2 实行保护性耕作对黄土高原的意义

黄土高原作为我国乃至全球水土流失最为严重的地区之一,目前该区平均土壤侵蚀模数达到5000

t/km²·年,许多地区甚至超过10000 t/km²·年^[1],严重的水土流失不仅成为困扰该区农业可持续发展和当地人民脱贫致富的主要问题,而且也作为黄河下游地区带来了一系列的生态环境问题^[12-13],1998年长江发生的特大洪涝灾害是典型的例子。造成水土流失除自然因素外,与人类活动,特别是植被的破坏、不合理的耕作制度、开矿等社会因素有密切关系^[14-15]。陡坡开荒种地、广种薄收的种植模式不仅未能有效地提高广大农民的经济收入,反而进一步加剧了水土流失和土地退化,而且随着区域人口压力的加大和土地退化,陡坡地开垦未能得到有效控制,局部地区还在进一步加剧^[11-12]。因此,在黄土高原区推广、应用和发展保护性耕作,对保护水土流失、防风固沙,以及改变西北地区贫穷落后的面貌意义重大。

3 保护性耕作对黄土高原的作用

3.1 防止水土流失

保护性耕作是以减轻水土流失和保护土壤与环境为主要目标,采用保护性种植制度和配套栽培技术形成的一套综合性的农田保护性耕作技术体系。黄土高原区由于干旱缺雨,植被覆盖率低,耕作多数采用耩种、扣种等比较落后的耕作方法,至今有不少地区采用畜力作为动力进行翻地,动土量大,农田裸露,再加上多数农田为坡地,不仅保水困难,而且土壤被雨水顺着坡度自高到低冲刷,造成雨水和土壤大量流失。

保护性耕作减少了土壤的翻动,加上秸秆覆盖作用,可以有效地控制土壤侵蚀,减少水土流失。众多研究表明,免耕可大大减少土壤侵蚀。Blevins^[16]长期试验结果表明,与传统翻耕相比,免耕土壤侵蚀量减少94.15%。地表覆盖秸秆或作物残茬,增加了地表的粗糙度,阻挡了雨水在地表的流动,增加了雨水向土体的入渗。有关研究认为,保护性耕作可以减少地表径流的50%~60%,减少土壤流失的80%左右^[17]。从相关研究可以看出,保护性耕作是黄土高原区防止水土流失的重要措施。

3.2 防尘防沙

黄土高原区沙尘暴每年4月1日至5月30日集中发生,频率高,强度大^[18-19]。造成沙尘或沙尘暴发生自然因素包括3个方面:一是气候干旱,降雨量少。该区有“十年九干旱”的说法。黄土高原位于我国西北,地处欧亚大陆腹地的干旱地区,属温带大陆性气候,为干旱、半干旱和季风气候降水的西北边缘带,远离海洋,四周高山阻挡,区内

气候干旱多风。不仅天然降水不足,而且降水量变率大,地区分布不均衡是水资源先天不足的一个根本原因。二是气温高,蒸发量大。该区地表植被稀疏,植物种单一,呈不连续分布,降雨量少而蒸发量大。赵松岭研究认为,在西北干旱地区强烈的日照条件下,天然降水在下垫面的分布大致是:20%~30%形成初级生产力,10%~15%流失,65%~70%无效蒸发^[20]。三是受风速的影响。黄土高原区受我国西北地区沙漠的影响,由于沙面对日光的反射强,春季气温回升早,易形成以沙漠为中心的高温低压区,与西伯利亚的低温高压区形成了明显的气压梯度^[21],于是春季在我国西北地区易出现大风天气,气压梯度越大,则风力越大。

保护性耕作由于采取了少耕、免耕措施,免除了许多传统的耕作作业,如翻耕、耙耱、平地等,不破坏耕层结构,土壤保持自然状态,使团聚结构相对稳定,土壤颗粒间具有较强的亲和力,抗风雨侵蚀能力大为提高。而且,对土壤没有人造的机械的扰动作用,土壤整体的机械稳定性较强,再加上作物根茬和根系的固土作用,进一步增加了土壤的机械稳定性。同时,土壤中最肥沃的富含有机质的细小颗粒被紧紧包裹于地表之下,能使随风起舞的土壤微粒减少到最低程度。另外,由于作物残留物覆盖地表,相对增加了地表粗糙度,既可以抵消一部分风能,减少大风引起的沙尘颗粒运动,同时对近地面的气流产生阻尼^[22~23],有效降低近地表风速^[24],从而有效控制农田起尘,对于我国黄土高原区而言,保护性耕作是防尘减沙的直接途径。

3.3 蓄水保墒

保护性耕作由于地表秸秆覆盖,可以减少太阳对土壤的照射,降低土壤表层温度,秸秆覆盖又阻挡水汽的上升,因此免耕条件下的土壤水分蒸发大大减少。张海林等^[25]研究结果表明,免耕比传统耕作增加土壤蓄水量10%,减少土壤蒸发约40%,耗水量减少15%,水分利用效率提高10%;李立科^[26]对小麦秸秆全程覆盖耕作技术研究表明,秸秆覆盖可以使自然降水的蓄水率由传统耕作法的25%~35%提高到50%~65%,使土壤增加60~120 mm水分;刘武仁等^[27]经过7年玉米宽窄行与现行耕法定位试验研究认为,宽窄行种植改善持水性能,田间持水量提高了3.53%,0~50 cm深土壤自然含水率提高1.0%~2.5%。对于干旱缺水、靠天吃饭的黄土高原而言,增加土壤的蓄水保墒能力,实施保护性耕作是增加土壤蓄水保墒能力的有效途径。

3.4 培肥地力

由于保护性耕作减少了对土壤的扰动,作物根茬直接还田腐烂提高土壤有机质含量,土壤有效空隙增加,固、液和气3项比合理,促进团粒结构的形成可以保持和改善土壤结构。朱文珊等^[28]研究表明,免耕土壤的孔隙分布较合理,在全生育期内都能保持稳定的土壤孔隙度,且土壤同一孔隙孔径变化小,连续性强,有利于土壤上下层的水流运动和气体交换。除此以外,免耕可以显著改善土壤化学性状,土壤有机碳显著提高,同时可提高土壤表层的N、P和K含量^[29]。免耕还可增加土壤生物和微生物数量和活性,Edwards和Hendrix等^[30~31]认为,免耕使土壤中动物特别是蚯蚓的数量和活性增加,蚯蚓在土体中的翻动可改善土壤结构,其残体可增加土壤有机质含量。免耕、少耕和秸秆还田等保护性耕作措施是提高土壤肥力的直接途径。

3.5 提高产量

合理、适宜的保护性耕作措施除了可以防风固沙、防止水土流失、蓄水保墒和培肥地力之外,还可提高作物产量。中国农业大学保护性耕作研究中心的研究结果显示,保护性耕作能使玉米增产4.1%,小麦增产7.3%,小杂粮增产11.2%,大豆增产32%^[32];刘武仁等^[33]通过对玉米宽窄行休闲种植与均匀垄种植研究得出,玉米宽窄行休闲种植比均匀垄种植增产10%以上;杨光立等^[34]在湖南双季稻区对稻草免耕覆盖还田栽培晚稻的研究表明,采用该耕作方法每公顷比无草翻耕增产稻谷948 kg,增产14.8%,比稻草翻耕田增产582 kg。因此,合理运用保护性耕作技术,有助于提高作物产量。

3.6 增加效益

保护性耕作不仅可以提高生态效益,还增加经济效益。因为保护性耕作可以减少土壤耕作次数,有些作业一次完成,减少机械动力和燃油消耗成本,降低农民劳动强度,省工、省时、节约费用等。据有关报道,美国一个203 hm²的农场免耕可节省225 h工作时间,相当于节省4周工作时间(以每周60 h计),可节省油耗6 624 L^[35]。袁建国等^[36]研究认为,保护性耕作减少农田作业工序,降低成本,增加农民收入20%~30%。叶桃林等^[37]研究认为,湖南双季稻保护性耕作综合经济效益明显提高。因此,在地形复杂的黄土高原区,只要采用适当的保护性耕作技术措施,不仅能使生态环境有很大的改观,而且可以增加农民收入,改变贫

穷落后的面貌。

4 黄土高原区实施保护性耕作的工作重点

4.1 提高农民对保护性耕作的认识

黄土高原区水土流失和土壤沙漠化除受自然因素影响之外,也与人类活动密切相关。由于经过几百年不合理的开发,大面积植被遭受破坏,自然环境严重恶化,使该区成为我国森林资源贫乏、水土流失、土地沙化最严重的地区。同时,与发达地区相比该区交通不便,农民的思想也落后。政府或者科研人员在这些地区要想开展保护性工作,难度很大,这就阻碍了保护性耕作在该地区的发展。在该地区全面发展保护性耕作技术,首先要改变农民的思想,让农民充分认识到保护性耕作的益处。可以通过政府举办一些培训班、发放保护性耕作书籍或影像以及举办专家讲座等途径。

4.2 加大保护性耕作的研究力度

自 20 世纪 60 年代以来,我国在吸收国外保护性耕作先进技术的基础上,针对我国农业生产实际,保护性耕作理论和技术方面取得了较多的成果。但是大量的保护性耕作研究人员都集中在东北和南方地区,真正从事黄土高原保护性耕作的科研人员不是很多。由于黄土高原区地形多变,作物种类繁多,耕作模式较多,合理运用保护性耕作需要更加深入研究。

4.3 政府应该加强保护性耕作的项目资金投资力度

虽然国家对黄土高原生态环境越来越重视,保护性耕作项目投资也不断增加。但是黄土高原是中国乃至世界上最严重的水土流失和沙漠化地区之一,要想彻底改变生态环境、防止水土流失和沙漠化,以及改变农民的贫穷落后的面目是一项长期的工程。

参考文献:

- [1] Woodruff N P, Siddoway F H. A wind erosion equation [J]. Soil science society of America proceedings, 1965(29): 602-608.
- [2] 高旺盛. 论保护性耕作技术的基本原理与发展趋势[J]. 中国农业科学, 2007, 40(12): 2702-2708.
- [3] CTIC. Tillage type definitions [EB/OL]. <http://www.ctic.purdue.edu/Core4/CT/Definitions.html>, 2002-11-11.
- [4] 张海林, 高旺盛, 陈 阜, 等. 保护性耕作研究现状、发展趋势及对策[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(1): 16-20.
- [5] 张铁军, 李禹红. 再议保护性耕作[J]. 农机科技推广, 2004(3): 10-11.
- [6] 赵聚宝. 干旱与农业[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [7] 高焕文. 可持续机械化旱作农业研究[J]. 干旱农业研究, 1999(1): 57-62.
- [8] 陈 震. 迈向 21 世纪的土壤科学[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 2002: 80-81.
- [9] 北京农业工程大学. 干旱农业工程理论与实践[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1995.
- [10] 武凤鸣, 梅景林. 尘源治理与保护性耕作[J]. 农机推广, 2001(5): 17-18.
- [11] 吴钦孝, 杨文治. 黄土高原生态环境建设与农业可持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [12] 陈 浩, 蔡强国, 陈金荣, 等. 黄土丘陵沟壑区人类活动对流域系统侵蚀、输移和沉积的影响[J]. 地理研究, 2001, 20(1): 68-74.
- [13] Fu B, Gulink H. Land evaluation in an area of severe erosion: the Loess Plateau of China[J]. Land Degradation & Rehabilitation, 1994(5): 33-40.
- [14] Fu B, Chen L. Agricultural landscape spatial pattern analysis in the semiarid area of the Loess Plateau China [J]. Journal of Arid Environment, 2000(44): 291-303.
- [15] Chen Liding, Wang Jun, Fu Bojie, et al. Land use change in a small athment of northern Loess Plateau China[J]. Agriculture, Ecosystem and Environment, 2001, 86(2): 163-172.
- [16] Blevins R L. Tillage effects on sediment and soluble nutrient losses from a Maury silt loam soil[J]. J Environ Qual, 1990, 19(4): 683-686.
- [17] 赵廷祥. 农业保护性耕作与生态环境保护[J]. 农村牧区机械化, 2002(4): 7-8.
- [18] 王式功, 董光荣, 杨德宝, 等. 中国北方地区沙尘暴变化趋势初探[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(2): 85-94.
- [19] 夏训诚, 杨根生. 中国西北地区沙尘暴灾害及防治[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.
- [20] 赵松岭. 集水农业引论 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1996.
- [21] 赵兴梁. 甘肃特大沙尘暴的危害与对策 [J]. 中国沙漠, 1993, 13(3): 3-4.
- [22] Bilbor J D, Fryrear D W. Wind erosion losses as related to plant silhouette and soil cover [J]. Agron J., 1994(86): 550-553.
- [23] Van de ven, T A M, Fryrear D W, et al. Vegetation characteristics and soil loss by wind[J]. J Soil Water Conserv, 1989(44): 347-349.
- [24] Gregory S M, Robet M A, David C N. Optimizing wheat harvest cutting height for harvest efficiency and soil and water conservation [J]. Agron J., 2000(92): 1104-1108.
- [25] 张海林, 陈 阜, 秦耀东, 等. 覆盖免耕夏玉米耗水特性的研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 36-40.
- [26] 李立科. 小麦留茬少耕秸秆全程覆盖新技术[J]. 陕西农业科学, 1999(4): 40-41.
- [27] 刘武仁, 边少锋, 郑金玉, 等. 玉米宽窄行种植的土壤环境变化研究[J]. 玉米科学, 2002, 10(4): 52-55.
- [28] 朱文珊. 地表覆盖种植与节水增产[J]. 水土保持研究, 1996(3): 141-145.
- [29] Balesdent J. Effects of tillage on soil organic carbon miner-

- alization estimated from 13 Cabundance in maize fields [J] . J Soil Sci., 1990 ,41 (4) :587- 598 .
- [30] Edwards W M. Role of lumbriens terrestrials burrowson quality of infiltration water [J] . Soil Biol Biochem ,1992 ,24 (2) :1555- 1561 .
- [31] Hendrix P F. A bundance and distribution of earthwormin relation to landscape factors on the Georgia Piedmont [J] . Soil Boil Biochem , 1992 , 24(12) : 1357- 1361 .
- [32] 新华网 . 国家将投巨资用于推广保护性耕作 [EB/OL] . <http://news.xinhuanet.com/newscenter/2004/04/03/content1416179.htm>,2004- 08- 15.
- [33] 刘武仁 ,冯艳春 ,郑金玉 ,等 . 玉米宽窄行种植产量与效益分析[J] . 玉米科学 ,2003 ,11(3) :61- 65 .
- [34] 杨光立 ,李 林 ,孙玉桃 ,等 . 湖南省稻草还田利用现状及利用模式[A] . 秸秆还田的机理与技术模式[C] . 北京 :中国农业出版社 ,2001 :169 - 177 .
- [35] 杨学明 ,张晓平 ,方华军 ,等 . 北美保护性耕作及对中国的意义应用[J] . 生态学报 ,2004 ,15 (2) :335- 340 .
- [36] 袁建国 ,李变梅 ,万俊梅 ,等 . 晋西北干旱地区保护性耕作的研究[J] . 山西农业大学学报 ,2004 ,24(4) :347- 350 .
- [37] 叶桃林 ,李建国 ,胡立峰 ,等 . 湖南省双季稻主产区保护性耕作关键技术定位研究[J] . 作物研究 ,2006(1) :34- 39 .