

保护性耕作防治坡耕地水土流失效应的研究

张晓艳, 王立*, 黄高宝, 陈光荣 (1. 甘肃农业大学林学院, 甘肃兰州 730070; 2. 甘肃农业大学农学院, 甘肃兰州 730070)

摘要 [目的] 探索出一种能提高坡耕地土壤保水能力和减少水土流失的途径。[方法] 于2007年在陇中黄土高原半干旱区, 设传统耕作下春小麦与甘草间作(T_{W})、免耕不覆盖下春小麦与甘草间作(NT_{W})、免耕秸秆覆盖下春小麦与甘草间作(NIS_{W}) 3个处理, 坡度在6~7°之间。每个处理小区底部设径流收集池。[结果] 不同处理防治水土流失的效果不同, NIS_{W} 最好, NT_{W} 次之, 第三为 T_{W} 。流失泥沙的营养含量中有机质、速效N、速效P、速效K的流失总量最大, 全N和全P的流失总量最小, NIS_{W} 处理对减少有机质、速效N、全N和全P的流失具有明显的作用; 径流量、泥沙量与降雨量的回归关系均十分显著。[结论] 免耕秸秆覆盖是控制水土流失的有效措施。

关键词 保护性耕作; 坡耕地; 水土流失

中图分类号 F301.21 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)06-02520-02

Study on Effect of Controlling Water and Soil Loss by Protective Cultivation

ZHANG Xiao-yan et al (College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract [Objective] The research aimed to discuss an approach that could enhance the water retaining capacity of soil in slope farmland and reduce water and soil loss. [Method] Three treatments of intercropping spring wheat and liquorice in the traditional cultivation (T_{W}), that in no-tillage cultivation without covering (NT_{W}) and that in no-tillage cultivation with straw covering (NIS_{W}) were set up in the semiarid area of Longzhong Loess Plateau in 2007. The gradient was from 6° to 7°. The runoff collection pool was set at the bottom of each treatment plot. [Result] The effects of controlling water and soil loss in different treatment were different. The effect of NIS_{W} was best, followed by NT_{W} and that of T_{W} was the third. Among the nutrient content in sediment losses, total soil erosion amount of organic matter, available N, available P, available K losses was greatest and that of total N and total P was least. NIS_{W} treatment had an obvious role in reducing the losses of organic matter, available N, total N and total P. The regression correlation between runoff amount, sediment quantity and rainfall were all quite significant. [Conclusion] No-till with straw cover was an effective measure for controlling water and soil loss.

Key words Protective cultivation; Slope farmland; Soil and water loss

坡耕地是农村生态环境中最脆弱的部分, 当前坡耕地利用的主要任务仍然是提高土地生产力和防止水土流失^[1]。黄土高原丘陵沟壑区是世界上水土流失最为严重的地区之一, 年输入黄河泥沙16亿t, 使黄河成为世界上泥沙含量最高的河流, 而我国黄土高原区不合理的耕作措施又是导致水土流失的重要原因^[2]。针对黄土高原丘陵沟壑区坡耕地面积大、水土流失严重、农作制度不尽合理等突出问题, 笔者于2007年始, 在陇中黄土高原半干旱区的定西市李家堡乡进行了以道地中药材-农作物隔带种植为重点的保护性耕作的定位研究, 以期探索出一种提高坡耕地土壤保水能力和减少水土流失的方法和途径, 为推动甘肃黄土高原西部雨养农业的可持续发展提供科学的理论依据^[3]。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1.1.1 试区概况。 试验在陇中黄土高原半干旱丘陵沟壑区的定西市李家堡乡麻子川村进行。试区属中温带半干旱区, 平均海拔2000 m, 年均太阳辐射592.8 kJ/cm², 日照时数2476.6 h, 年均气温6.4℃, 0~10℃积温2933.5℃·h, 10~15℃积温2239.1℃·h; 无霜期140 d。年均降水390.9 mm, 年蒸发量1531 mm, 干燥度2.53, 80%保证率的降水量365 mm, 变异系数24.3%, 为半干旱雨养农业区。土壤为典型的黄绵土, 土质绵软, 土层深厚, 质地均匀, 贮水性能良好; 0~200 cm土壤容重平均1.17 g/cm³, 凋萎含水率7.3%, 饱和含水率21.9%^[4]。

1.1.2 参试作物。 该试验选择6~7°的缓坡地, 以甘草(Liquorice, L)、春小麦为供试作物, 甘草与春小麦间作, 春小

麦采用不同耕作措施。甘草、春小麦的播种量分别为37.5和187.5 kg/hm², 均于2007年3月21日播种, 用甘肃农业大学工学院研制的2BMS5/10型免耕覆盖施肥播种机播种。春小麦7月15日收获, 甘草为多年生作物。

1.2 试验设计

1.2.1 试区处理。 试验设3个处理: 春小麦、甘草间作+传统耕作(T_{W}): 春小麦采用当地常规耕作方式, 试验地在前茬收获后三耕两耧; 春小麦、甘草间作+免耕不覆盖(NT_{W}): 春小麦试验期免耕, 不覆盖任何材料; 春小麦、甘草间作+免耕秸秆覆盖(NIS_{W}): 春小麦播种后覆盖秸秆, 试验期免耕。3次重复, 随机区组排列, 小区面积5 m×7.2 m。各小区下部有一个输水槽和径流收集池, 内置13.5 L的集流桶, 收集径流和泥沙。

1.2.2 观测项目及方法。 降雨过程。用虹吸式自计雨量计并辅以雨量筒测定。径流量及侵蚀量。每次降雨产流后在集流桶中用体积法求得浑水总量(m), 同时采集混合水样100 ml, 过滤后烘干称重, 计算水样的泥沙含量和侵蚀量。养分。根据《土壤理化分析》用常规方法^[5], 测定泥沙中的有机质、全N、全P、速效N、速效K、速效P含量。

2 结果与分析

2.1 不同处理水土流失总量比较 根据自计雨量计2007年3~9月的降雨记录分析, 试验区共降雨39次, 降水总量为375.3 mm。在6~9月主要降水产流期内, 共观测到30次降雨, 其降水总量为323.9 mm, 占3~9月降水量的86.3%, 降雨次数的76.9%, 比较明显的产流共9次。6~9月全部降水日数中, 日降水量大于20 mm的占18.2%。日降水量在20 mm以上的降水量占总降水量的55%。由此可见, 试验区降水量多集中在夏季, 且降水量较大。而雨水的过分集中使土壤含水量常处于较高水平, 导致在降雨过程中易产生大的地表径流, 造成水土流失(表1)。

基金项目 中澳合作项目 ACIAR(LWR2/1999/094); 国家科技支撑计划(2006BAD15B06)。

作者简介 张晓艳(1983-), 女, 甘肃兰州人, 硕士研究生, 研究方向: 水土保持。* 通讯作者, 副教授。

收稿日期 2007-12-29

表1 2007年6~9月不同处理水土流失总量比较

Table 1 Comparison of runoff and sediment under different treatments from June to September in 2007

处理 Treatments	径流量 Runoff m ³ /hm ²	泥沙量 Sediment yield kg/hm ²
NIS _{WL}	217.87	7 238.22
NT _{WL}	230.97	8 940.01
T _{WL}	240.55	10 939.72

从表1可知,不同处理的径流量和侵蚀量均为 $T_{WL} > NT_{WL} > NIS_{WL}$ 。与 T_{WL} 相比, NIS_{WL} 、 NT_{WL} 的径流量分别减少了 9.43%、3.98%, 侵蚀量分别减少了 33.83%、18.28%。与 NT_{WL} 相比, NIS_{WL} 的径流量减少了 5.67%, 侵蚀量减少了 19.04%。由此可知: NIS_{WL} 与 NT_{WL} 和 T_{WL} 两处理径流量和泥沙量差异显著, 免耕秸秆覆盖的水土保持效应较强。其主要原因是: 自然条件下 T 和 NT 处理土壤表层受雨滴的直接冲击, 土壤团粒结构被破坏, 表层大孔隙塌陷使其连续性降低, 导致其渗透性能降低; 同时破碎的土壤粘粒形成不易透水透气、结构细密坚实的结壳, 厚约 0.1 mm, 它可影响土壤水分的入渗。而 NIS 处理在土壤表面覆盖秸秆可避免降雨的冲击,

土壤疏松多孔、团粒结构稳定, 因而土壤的导水性能好, 降水就地入渗快, 地表径流少^[6-9]。同时覆盖一层秸秆可使土壤表层有机质含量提高, 其作为重要的胶结物质有利于土壤团聚体的形成与稳定。而且, 土壤中有机质含量的增加使得土壤动物和微生物的活动频繁, 有利于形成良好的孔隙状况, 同时孔隙的稳定性也随有机质含量的提高而增大, 它们的共同作用使土壤的渗透性能提高。

2.2 不同处理次降雨下泥沙养分流失特点 水土流失研究不仅包括对水和土的流失研究, 也包括养分的流失和引起的土地生产力的问题研究。在侵蚀条件下, 土壤养分发生双向流失, 一方面, 养分随着土壤流失而流失, 同时土壤中的可溶性养分离子以溶解质的形式随径流而流失。许多研究表明, 黄土高原在降雨侵蚀条件下, 土壤养分流失主要通过土壤流失, 随径流而流失的养分较少^[10-11]。由表2可知, 在各项养分指标中, 以有机质、速效 N、速效 P、速效 K 的流失总量最大, 以全 N、全 P 的流失总量最小。同时, NIS_{WL} 的有机质、速效 N、全 N 和全 P 的流失总量都小于其他处理, 这说明 NIS_{WL} 对有机质和全量养分的流失具有较好的减弱作用。3 个处理的速效 N、全 N 和全 P 的流失总量均为 $T_{WL} > NT_{WL} > NIS_{WL}$, 但 NIS_{WL} 的速效 P 含量明显大于其他处理。

表2 典型次降雨下不同处理泥沙中养分含量

Table 2 Content of nutrient in sediment at different treatments under typical rainfalls

处理 Treatments	有机质 Organic matter g/kg	速效氮 Available N ng/kg	速效磷 Available P ng/kg	速效钾 Available K ng/kg	全氮 Whole N g/kg	全磷 Whole P g/kg
NIS_{WL}	5.90	38.96	14.56	293.56	0.66	1.50
NT_{WL}	7.48	48.52	9.89	287.15	0.71	1.56
T_{WL}	6.62	55.29	8.41	298.36	0.80	1.75

注: 雨强为 0.337 mm/min。Rainfall intensity: 0.337 mm/min.

2.3 不同处理产沙产流回归分析 为定量研究不同耕作措施小区径流与降雨之间关系, 评价各小区产流量差异, 该试验研究拟合了径流量(Q)、泥沙量(S)与降雨量(P)、平均雨强(I)、降雨历时(T)等降雨特征因子的单因子回归方程及多

因子线性回归方程, 发现除降雨量外, 平均雨强和降雨历时与径流量、泥沙流失量的相关性不大, 得到 3 个处理径流量、泥沙量与降雨量的回归方程(表3), 在已测降雨量的大小区间内, 无论是径流量还是泥沙量均随降雨量的增大而增大。

表3 不同处理径流量、侵蚀量与降雨量的回归方程

Table 3 Regression equations of runoff, sediment yield and rainfall under different treatments

处理 Treatments	径流量(Q) Runoff		泥沙量(S) Sediment yield	
NIS_{WL}	$Q = 0.0277P^2 + 0.1985P + 1.2613$	$r^2 = 0.9450$	$S = 1.5996P^2 - 17.734P + 119.81$	$r^2 = 0.9558$
NT_{WL}	$Q = 0.0281P^2 + 0.2337P + 1.7136$	$r^2 = 0.9383$	$S = 2.5295P^2 - 45.876P + 310.37$	$r^2 = 0.9626$
T_{WL}	$Q = 0.0265P^2 + 0.3199P + 1.9646$	$r^2 = 0.9339$	$S = 3.0430P^2 - 55.249P + 384.40$	$r^2 = 0.9682$

3 结论

(1) 不同处理防治水土流失的效果为 $NIS_{WL} > NT_{WL} > T_{WL}$ 。由此可见, 免耕秸秆覆盖是控制水土流失的有效措施, 有利于改善土壤的渗透性能, 增加土壤团聚体的稳定性。甘草与春小麦间作, 结合保护性耕作措施不但具有蓄水保土、减免侵蚀的生态作用, 而且还能提高土地利用的经济效益, 宜结合生产推广利用。

(2) 从流失泥沙的养分含量看, 有机质、速效 N、速效 P、速效 K 的流失总量最大, 全 N、全 P 的流失总量最小。 NIS_{WL} 对减少有机质、速效 N、全 N 和全 P 的流失有明显作用。

(3) 从不同处理产沙产流回归分析来看, 无论是径流量

还是泥沙流失量, 均与降雨量有显著的线性回归关系。

参考文献

- [1] 王洪中, 张忠武. 云南坡耕地农业持续发展研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(4): 18-20.
- [2] 黄高宝. 论黄土高原侵蚀环境下旱作农业系统的可持续发展[J]. 草业学报, 2002, 10(专辑): 84-90.
- [3] HUANG GAOBAO, ZHANG RENZH, ZHANG GUOSHENG, et al. conservation tillage effects on spring wheat and field ped in the western loess plateau[J]. China: International soil tillage research organization conference, 2003: 560-565.
- [4] 逢蕾, 黄高宝, 郭清毅, 等. 陇中旱地春小麦不同播量对群体建成及产量的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 39(4): 414-417.
- [5] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.

农村民间金融组织的内部经营管理手段落后时,制度的缺失带来的直接后果是农村民间金融经营混乱、潜在风险增加。因此,对于资金实力不强、主要目的在于金融互助的农村民间金融组织和机构,在经营管理中要控制信贷规模。银行式经营管理制度。对于规模达到一定标准的农村民间机构,在经营管理中要逐步采用商业银行的信贷制度、财务管理制度、审计稽核制度、风险防范制度以及内部控制制度。此类的农村民间金融机构是小规模民间金融组织向农村商业银行的过渡,要实现这一步的性质变迁,除了需要外在制度供给主体——政府提供的市场准入、退出制度,市场利率制度和金融监管制度作铺垫外,还需要在内部经营管理中按照商业银行的模式运作,实现稳健经营和科学管理。

3 制度变迁的路径

农村民间金融规范化发展的制度变迁过程具有较强的路径依赖性,制度供给存在明显的环环相扣的特点,前一制度的供给是后一制度供给的变量,其中任何一个供给变量出现变异,整个制度变迁就无法实现。同时农村民间金融规范化发展的制度变迁过程需要民间金融制度的同步跟进,没有民间金融制度的跃迁就无法实现农村民间金融规范化发展的制度供给。

3.1 民间金融制度构建的路径 农村民间金融发展中出现不规范问题的起因更多地来源于民间金融机构的地位,是民间金融机构处于夹缝中生存的现状在农村金融市场中的现实表现。农村民间金融的规范化发展首先依赖于农村民间金融与官方金融对话的能力,要构建农村民间金融制度。民间金融制度构建的路径分为两步:一是竞争性民间金融制度的初步确立。在民间金融制度建立的初期,其表现形式为在国有体制外的制度增量,目前已基本完成。在经济改革初期,顺应民营经济的活跃和迅猛发展,在国有金融体系外生成了服务于民营经济的各类民营金融机构和组织。民间金融制度这一步增量的构建,约束条件相对较少,改革成本相对较低,形成了竞争性民间金融制度与国家垄断金融制度并存的状态。但这种增量改革不会永远持续,当改革推进到临界点后,需要一种制度的转换,方可达到突破^[3]。也就是说,

竞争性民间金融制度确立后的民间金融制度与国家垄断金融制度不会永远并存下去,民间金融制度最终将取代垄断金融制度,成为金融制度变迁的最终方向。二是民间金融制度成为金融制度的中心。民间金融制度变迁最终会从增量改革跨越到存量调整,这是因为随着所有制改革的深化,国有企业在企业所有制构成的比例将逐渐降低,民营企业逐步成为市场的主体,与之相对应的是民间金融在整个金融市场中的比例同步上升。这就涉及到对国有金融的民营化改造,但这一步对存量的调整难度很大,民间金融制度只有完成了这一步的蜕变,适应现代经济发展的中国金融制度才真正进入正轨。

3.2 农村民间金融规范化发展制度供给的路径依赖 民间金融制度的确立为农村民间金融规范化发展提供了外在制度环境,农村民间金融制度是农村民间金融规范化发展制度建立的背景和条件。在农村民间金融供给与变迁的同时,农村民间金融规范化发展的制度建设表现出了明显的路径依赖特征。农村民间金融规范化发展制度供给的路径为:农村民间金融监管制度 农村民间金融合法制度 农村民间金融组织内部管理制度 农村民间金融规范化发展。该路径依赖过程可表述为:农村民间金融的规范化发展是在农村民间金融制度确立的框架下,通过先制定适应性的监管制度,为农村民间金融合法化后大规模发展的经营安全提供制度变量,只有在农村民间金融组织合法化后,才可能形成稳健的内部控制制度和管理制度,当制度供给达到该阶段,农村民间金融规范化发展才能真正实现。农村民间金融规范化发展制度供给的强路径依赖性表明,农村民间金融规范化发展制度供给是一个系统的长期的过程,农村民间金融的规范化发展只能采用节节推进的方式,不能跳跃性前行,需要制度供给者和政策制定者极大的耐心和毅力。

参考文献

(上接第2521页)

- [6] 刘贤,康绍忠.降雨入渗和产流问题研究的若干进展及评述[J].水土保持通报,1999,19(2):57-65.
- [7] 张志田.旱地农田的保墒效应研究[D].北京:中国农业科学院研究生院,1992.
- [8] 艾海舰.土壤持水性及孔性的影响因素浅析[J].干旱地区农业研究,

- [1] 于谨凯.我国民间金融制度的供给分析[J].渤海大学学报:哲学社会科学版,2004(5):74-78.
- [2] 克里,莱曼,罗森伯格.小额信贷监管指导原则[EB/OL].[2007-12-15].http://www.cgap.org/dcs/Guideline_RegSup_ch.pdf.
- [3] 万友根.民间金融制度构建的战略路径探析[J].湖南社会科学,2002(6):91-93.

2002,20(3):74-79.

- [9] 沈裕琥,黄相国,王海庆.秸秆覆盖的农田效应[J].干旱地区农业研究,1998,16(1):45-50.
- [10] 王百群,刘国斌.黄土丘陵区地形对坡地土壤养分流失的影响[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999(2):18-22.
- [11] 王继增,彭琳,余存祖.侵蚀条件下黄绵土氮素流失规律的研究[J].中国科学院水利部西部水土保持研究所集刊,1990(12):95-103.