

伊犁河流域油葵种植地产流产沙试验研究

史彦江¹，宋锋惠¹，罗青红¹，马萍²，朱首军²

(1. 新疆林科院 造林治沙所, 乌鲁木齐 830000; 2. 西北农林科技大学 资环学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:通过野外径流小区实地放水冲刷试验,研究伊犁河流域油葵坡地与裸地在不同放水条件下土壤水分入渗情况及其减流减沙效应,探讨灌溉坡耕地径流泥沙特征。结果表明:①油葵与裸地土壤入渗率随着放水流量的增加呈现递增的趋势,与裸地相比,油葵坡面入渗率增加 10%,产流产沙时间晚于裸地。②油葵坡面较裸地具有显著的减流减沙效应,输沙率减少 58.52%,径流系数减少 22.56%左右,其削减径流作用明显弱于减沙效应。随着放水流量的增加,油葵与裸地输沙率均呈递增趋势。

关键词:油葵坡地;放水冲刷;土壤水分;减流减沙

中图分类号:S157 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2011)02-0040-04

Experimental Study on Generation of Runoff and Sediment on the Slope Grown Oil Sunflower in Ili River Basin

SHI Yan-jiang¹, SONG Feng-hui¹, LUO Qing-hong¹, MA Ping², ZHU Shou-jun²

(1. Xinjiang Academy of Forest Science, Urumqi 830000, China; 2. Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract:Based on the water scouring experiment on slope grown oil sunflower and bare slope in Ili River Basin, the situations of water infiltration and the effects of runoff and sediment reduction were investigated, exploring the characteristics of sediment output of irrigated sloping farmland. The results showed: (1) Soil infiltration rate took on the trend of increasing as the scouring discharge increased both in oil sunflower slope and bare slope. Compared to the bare slope, water infiltration rate increased by 10% and runoff initiation put off on the slope grown oil sunflower; (2) The slope grown oil sunflower had significant effects on reduction of runoff and sediment compared to the bare slope, and the sediment transport rate and the runoff coefficient decreased by 58.52% and 22.56%, respectively.

Key words:slope grown oil sunflower; water scouring; soil water; reduction of runoff and sediment

伊犁河流域水土资源十分丰富,开发潜力巨大,在新疆经济发展和西部大开发中居于重要的战略地位。但流域内由于漫灌所造成的灌溉侵蚀已成为伊犁河流域最重要的生态环境问题之一。流域内农田采用大水漫灌的方式,使得成片良田被冲刷出众多纵横交错的细沟,对于坡降较大的坡地,坡面则被冲刷出几米的深沟,若延续采用这种传统的灌溉制度,势必会在开垦后产生新的水土流失等问题。

本文主要是针对上述问题,在伊犁河流域新垦区采用野外径流小区人工模拟灌溉的方法,开展灌溉侵蚀试验研究,探明新垦区灌溉坡耕地的径流泥沙特征,以其为伊犁河流域正确灌溉制度的建立、灌溉侵

蚀治理技术以及水资源高效利用提供科学依据与理论指导。

1 试验地概况

试验地位于新疆伊犁哈萨克自治州林业科学研究所科技示范基地,属于流域内的新垦区,海拔约 690 m,属于山前洪积—冲积倾斜平原。气候属大陆性北温带温和干旱气候,年降水量 150~250 mm,年平均气温 7.9℃,野生植被以蒿类多年生荒漠植物为主。当地主要作物为小麦、玉米、水稻、油葵、棉花、豆类等。土壤为灰钙土,容重为 1.29 g/cm³,有机质质量分数为 2.37%,土壤 pH 值为 8.02,含盐量 1.18%。

2 试验设计与方法

2.1 试验设计

2.1.1 试验小区设计 本试验采用野外径流小区模拟人工灌溉的方法。按照当地农耕地实际情况,径流小区布设的坡向、坡度与当地农业耕作土地一致,坡长依实际坡面长度而定。根据坡面实际面积布设8个试验小区,每个小区面积均为 40 m^2 ($20\text{ m} \times 2\text{ m}$),坡度为 2° 。试验装置由供水系统、试验冲刷区、集流系统组成。坡面上方的供水系统由容积为 9 m^3 的水箱、流量调节阀门和出水管等几部分组成。试验开始时通过水泵将水抽到水箱里,水箱的一个侧壁上设有溢流孔,使水箱水位恒定,从而保证流量稳定。流量按照试验设计的流量通过阀门进行调节,水箱里的水通过出水管供给坡面稳流槽,稳定后的水流流入试验冲刷区,小区下方设有集流桶,用来收集径流泥沙。试验装置示意图如图1所示。

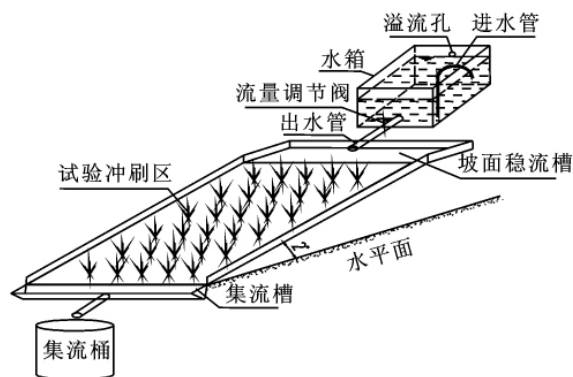


图1 试验装置示意图

2.1.2 裸地灌水试验设计 本试验模拟当地农业灌溉制度,试验前期对当地灌溉定额及灌水流量进行调研考察,发现当地作物灌水定额在 $35 \sim 80\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 之间,灌水流量在 $0.4 \sim 2.0\text{ L/s}$ 之间,在此基础上,本试验将灌水定额换算到 40 m^2 的小区面积上,设计 $2.25, 3.38\text{ m}^3$ 两个灌水定额, $0.45, 0.80, 1.26, 1.80\text{ L/s}$ 4个灌水流量,重复2次,共进行16组试验。灌水试验前用土钻在各小区坡面上、中、下取土并测定土壤含水量,取其平均值作为该小区的土壤含水量。为保证各小区在灌水前土壤含水量基本一致,以测定的土壤含水量最大值作为试验控制条件下的土壤含水量,并根据各小区测定的土壤含水量通过计算确定其增加水量,之后用喷壶对各小区进行均匀洒水。灌水后将坡面冲刷出的细沟用耙子耙平,保持各次试验地表状况一致。试验时间为2009年5—9月。

2.1.3 油葵灌水试验设计 研究供试作物为当地种植面积较大的油葵(矮大头),第2年春季在小区上进行种植,其中:4个小区种植油葵,4个小区为裸地对

照。油葵播种时间为2009年5月15日,采用人工点播,株行距为 $70\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ 。现蕾期7月18日,开花期8月16日,成熟期9月14日,密度 $48\,000\text{ 株}/\text{hm}^2$ 。

作物试验与裸地试验的设计灌水流量相同,设计 $0.45, 0.80, 1.26, 1.80\text{ L/s}$ 四个灌水流量,分别于现蕾期、开花期进行灌水,各灌水期的灌水定额同当地农民灌溉习惯保持一致,经前期对油葵各灌水期的灌水定额进行调研分析,本试验油葵各灌水期的灌水定额控制为 3.24 m^3 ,相应的灌水历时分别为120,68,43,30 min。灌水试验前用喷壶对小区进行均匀洒水,使各小区灌水前土壤含水量保持基本一致。每次试验前都对表土进行翻耕,使地表平整,灌水后将坡面冲刷出的细沟用耙子耙平,保持各次试验地表状况一致。试验时间为2009年5—9月。

整个试验进行4次灌水,时间分别为7月20日、29日,8月7日和9月14日。

2.2 测定内容与方法

2.2.1 观测内容 试验观测内容包括灌水流量、水温、土壤含水量、径流现象(产流起始时间、细沟发育、径流流速)、径流量、泥沙量等。

2.2.2 试验步骤与方法

(1)土壤含水量测定。将坡面从上至下划分成 $0, 5, 10, 15, 20\text{ m}$ 五个横断面。放水试验前、后用土钻在小区各横断面 $0 \sim 20\text{ cm}$ 取土,采用烘干法测定土壤含水量,取其平均值作为该小区的土壤含水量,取土后将取土坑填平。

(2)径流泥沙测定。放水结束后将集流桶中收集的浑水充分搅匀,立即采取水样 $1\,000\text{ ml}$,在室内经静置,过滤之后,采用烘干法测定水样中的泥沙含量,采用体积法确定泥水总量。

(3)土壤入渗速率测定。土壤入渗速率采用双环法测定。

3 结果与分析

3.1 油葵对坡面土壤水分入渗的影响

本试验设计通过坡面放水来完成径流冲刷过程,设计流量较大,与当地大水漫灌方式保持一致,可引起超渗产流。试验结果见表1。

由表1可看出,在相同放水流量下,油葵坡面土壤入渗率不同程度的高于裸地坡面,油葵坡面土壤平均入渗率约为 $1.135\text{ mm}/\text{min}$,而裸地约为 $1.063\text{ mm}/\text{min}$,油葵坡面土壤平均入渗率约为裸地坡面的1.07倍,从产流时间来看,除了 0.45 L/s 流量下两者的产流时间相当,随着流量的增加,油葵地产流时间明显长于裸地的产流时间,随着放水流量增加,油

葵坡面与裸地坡面的土壤入渗率均呈现递增趋势,但油葵坡面土壤入渗率的变化率要大于裸地坡面,说明种植油葵的坡面对径流具有明显的拦蓄作用。这主要是因为油葵茎秆对径流的拦截以及油葵根系对土壤构型的改善增强了土壤的入渗能力造成的。

表 1 不同放水流量下油葵与裸地坡面土壤水分入渗特征					
处理 方式	流量/ (L·s ⁻¹)	放水起 始时刻	产流起 始时刻	产流所需 时间/min	入渗率/ (mm·min ⁻¹)
油葵	0.45	10:44	11:52	68	0.644
	0.80	13:15	13:45	30	0.862
	1.26	16:44	17:06	22	1.314
	1.80	18:00	18:18	18	1.722
	平均				1.135
裸地	0.45	15:28	16:35	67	0.582
	0.80	16:58	17:12	14	0.859
	1.26	17:48	17:58	10	1.225
	1.80	18:00	18:08	8	1.588
	平均				1.063

3.2 油葵坡面的减水减沙效应

不同放水流量条件下油葵坡面减水减沙试验结果见表 2。

表 2 不同放水流量条件下油葵坡面减水减沙特征					
处理 组	流量/ (L·s ⁻¹)	输沙率/ (g·m ⁻² ·min ⁻¹)	径流 系数	减水减沙效益/%	
				输沙率	径流系数
裸地	0.45	6.135	0.095		
	0.80	17.852	0.243		
	1.26	54.029	0.317		
	1.80	51.992	0.382		
油葵	0.45	2.828	0.137	53.904	30.657
	0.80	14.864	0.367	16.738	33.787
	1.26	7.453	0.383	86.206	17.232
	1.80	11.845	0.416	77.218	8.173

注:减水减沙效益是指与裸地相比,不同放水流量油葵坡面的减水减沙效益。

由表 2 可知,油葵坡面较裸地具有显著的减流减沙效应。平均输沙率减少 58.52%、径流系数减少 22.46%。与油葵的减沙功能相比,其削减径流作用明显弱于减沙效应。

随着放水流量的增加,裸地和油葵地输沙率均呈现递增的趋势,尤其是裸地在放水流量大于 1.26

L/s后表现出输沙率随流量增加增长迅速。输沙率增长是因为当流量增大时,径流流速增大,因而径流具有的动能也增大,其携沙能力增强,沿细沟流走的径流下蚀和侧蚀作用加强,大量泥沙被携走,所以输沙率会呈现增加趋势。

对 4 块油葵小区和 4 块裸地小区进行不同流量的放水试验,观察测定其放水流量与径流泥沙的关系,试验结果见表 3。

表 3 不同下垫面条件径流泥沙与放水量关系实测数据表					
处理组	放水量/ m ³	放水流量/ (L·s ⁻¹)	径流量/ m ³	径流 系数	含沙率/ (g·L ⁻¹)
油葵种植	3.240	0.450	0.443	0.137	3.300
地 1—4 号	3.240	0.800	1.190	0.367	9.933
样地平均	3.240	1.260	1.242	0.383	8.033
值	3.240	1.800	1.347	0.416	15.540
裸地 1—4 号样地平 均值	3.240	0.450	0.309	0.095	6.940
	3.240	0.800	0.796	0.243	13.850
	3.240	1.260	1.069	0.317	49.350
	3.240	1.800	1.295	0.382	56.210

由表 3 可以看出,在一定放水量条件下,随着放水流量的增大,不同下垫面的径流量、含沙率都随之增大,具有水大沙大的一般特征。但油葵种植地要比裸地的增幅小得多,并且同流量条件下,油葵地径流量、含沙率均比裸地要小,反映了油葵种植地对减少泥沙的作用明显。

运用相关分析的方法,建立各下垫面条件下放水流量与含沙率的经验方程,二者呈良好的幂函数关系:

$$S_{\text{油葵}}=8.403Q^{0.975} \quad R^2=0.9051$$

$$S_{\text{裸地}}=24.699Q^{1.644} \quad R^2=0.9464$$

式中: $S_{\text{油葵}}$ 、 $S_{\text{裸地}}$ ——油葵、裸地坡面水流的含沙率(g/L); Q ——坡面放水流量(L/s)。

绘制径流量—产量试验数据散点图,如图 2 所示。

从图 2 中可以看出,不同流量条件下,径流量与产沙量关系都相当密切,即随着放水流量的增大,径流量和产沙量也在增大,同一流量条件下,随着径流量的增大,含沙率也具有增大的趋势,大流量(1.80 L/s)条件下,含沙率的增幅大得多,具有水大沙大的一般特征。

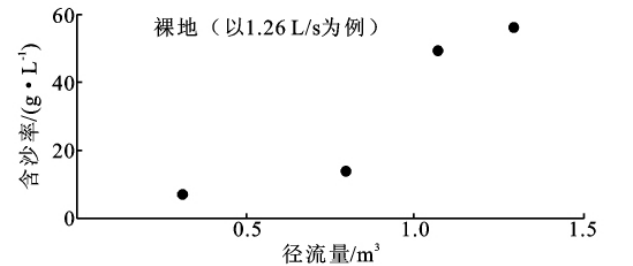
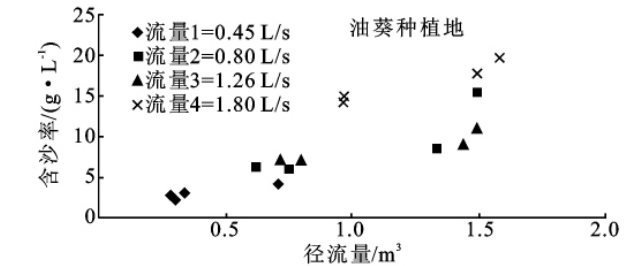


图 2 不同流量条件下径流量与产沙量的关系

相对裸地的径流泥沙而言,无论从数量上还是增幅上,油葵种植地的产沙量要比裸地的小得多,反映了种植油葵后,改变了下垫面的条件,增加了下垫面阻力,从而减少了泥沙的产生,具有明显的减少土壤侵蚀的作用。

4 结 论

通过野外径流小区实地放水冲刷试验,研究油葵与裸地坡面在不同放水流量条件下土壤水分入渗及油葵减流减沙效应。

(1)油葵与裸地土壤入渗率随着放水流量的增加呈现递增的趋势,与裸地相比,油葵坡面入渗率增加 10%,产流产沙时间晚于裸地。

(2)油葵坡面较裸地具有显著的减流减沙效应,

输沙率减少 58.52%,径流系数减少 22.56%左右,其削减径流作用明显弱于减沙效应。随着放水流量的增加,油葵与裸地输沙率均呈递增趋势。

(3)尽管相同放水量、相同流量条件下,油葵种植地的径流量、产沙率都比裸地的要小,但当流量较大时(例如>1.26 L/s),油葵地的含沙率也是相当高的。因此,应当充分认识大水漫灌所造成的水土流失,改大水漫灌为节水灌溉,才能从根本上减少水土流失的发生。

参考文献:

[1] 陈亚宁,贺西安,张小云. 流域开发与土地管理模式[J]. 干旱区地理,2007,30(4):595-600.

[2] 杨龙,贺光华. 伊犁河灌区水土流失防治对策[J]. 水利发展与研究,2006(6):33-35.

(上接第 34 页)

[8] 贺金红,廖允成,胡兵辉,等. 黄土高原坡耕地退耕还林(草)的生态经济效应研究[J]. 农业现代化研究,2006,27(2):110-114.

[9] 宋阳,严平,刘连友,等. 退耕还林对延安地区农业经济的影响[J]. 经济地理,2006,26(5):827-830.

[10] 李世东. 黄土高原沟壑区退耕还林优化模式研究[J]. 林业科学,2004,40(5):71-78.

[11] 琚彤军,刘普灵,郑世清. 燕儿沟流域泥沙监测初报[J]. 水土保持研究,2000,7(2):176-178.

[12] 刘普灵,郑世清,琚彤军,等. 黄土高原燕沟流域生态环境建设模式及效益研究[J]. 中国生态农业学报,2007,15(3):175-178.

[13] 王万忠. 黄土地区降雨特性与土壤流失关系的研究:关于侵蚀性降雨的标准问题[J]. 水土保持通报,1984,4(5):58-63.

[14] 琚彤军,刘普灵,徐学选,等. 不同次降雨条件对黄土区主要地类水沙动态过程的影响及其机理研究[J]. 泥沙研究,2007,51(4):65-70.

[15] 琚彤军,刘普灵,王栓全,等. 黄土区不同地类坡面水沙动态过程及其发生机理的模拟实验研究[J]. 农业环境科学学报,2007,26(5):1942-1947.

(上接第 39 页)

[4] 李艳春,贾卓,宋乃平. 农牧交错带不同类型农牧户农业生态系统结构评价[J]. 四川农业大学学报,2008,26(1):76-80.

[5] 莫宏伟,任志远,王欣,等. 风沙过渡区耕地生态系统净第一性生产力动态变化研究:以陕西榆阳区为例[J]. 地理科学,2007,27(4):537-541.

[6] 焦彩霞,任志远,皇家柱. 风沙过渡区土地利用变化及其驱动因素分析:以陕北榆阳区为例[J]. 水土保持学报,2006,20(2):135-138.

[7] 莫宏伟,任志远,王欣. 植被生态系统防风固沙功能价值动态变化研究:以榆阳区为例[J]. 干旱区研究,2006,23(1):56-59.

[8] 王博,丁国栋,顾小华,等. 毛乌素沙地腹地植被恢复效果初步研究[J]. 水土保持研究,2007,14(3):237-239.

[9] 宋云民,刘致远,周泽福,等. 毛乌素沙地降水,蒸散时间分布格局及其对土地利用的意义[J]. 林业科学,2006,42(5):6-10.

[10] 周会珍,刘绍民,于小飞,等. 毛乌素沙地蒸散量的遥感研究:以内蒙古乌审旗为例[J]. 地理科学进展,2006,25(4):79-88.