

聚丙烯酸钠对黄土坡面产流产沙的影响研究

牛俊^{1,2}, 赵西宁^{1,2}, 吴普特^{1,2*}, 黄俊^{1,2}, 张勇勇^{2,3}

(1. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2. 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100;
3. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 通过野外模拟降雨试验, 研究了施用 SP 对黄土坡面产流、产沙的影响, 并对实验数据进行数学模拟, 建立了 SP 施用量与产流、产沙强度间的关系模型。结果表明: SP 施用量与产流时间、平均产流强度呈二次函数相关关系, 与产沙强度呈线性负相关关系。SP 用量在 0~2.42 g/m² 之间时, 能够延缓坡面产流, 用量为 1.21 g/m² 时延缓产流效果最明显; 用量介于 0~3.31 g/m² 之间时, 能够增加土壤入渗, 减少坡面产流量, 用量 1.65 g/m² 的增渗减流效果最佳; 施用 SP 后, 能够减少坡面输沙强度, 且用量越大, 减沙效果越明显。SP 可影响坡面产流过程, 用量 1.8 g/m² 时, 能够减小产流初期径流强度增幅, 用量为 3.6 g/m² 时, 其产流过程线与对照极接近, 而施用量增加到 5.4 g/m² 时, 产流强度明显增大。SP 对坡面产沙过程的影响表现为: 随施用量增大, 产沙强度峰值呈逐步减小的变化趋势。

关键词: 聚丙烯酸钠(SP); 模拟降雨试验; 黄土坡面; 产流产沙
中图分类号: S157.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0084-06

水土流失与干旱缺水并存, 是造成黄土高原地区土地生产力低下、经济发展缓慢、群众生活困难、生态环境脆弱且修复难度大的客观问题。近年来, 降雨径流调控利用这一能够同步解决黄土高原水土流失与干旱缺水问题的有效途径^[1,2]已越来越受到人们的关注与重视。在进行水土流失治理与雨水资源开发利用的生产实践中, 高分子聚合物以其独特的结构和多样的功能以及低廉的价格成为人们关注的重点^[3], 使用高分子材料来改良土壤结构, 增加土壤入渗, 减少径流冲刷力, 已成为我国农业及水土保持研究的热点问题之一^[4~6]。高分子聚合物在改善土壤的保水性、保肥性、团聚性和渗透性以及控制水土流失、防沙治沙、植树造林等方面的应用引起了人们的关注, 相关的研究成果越来越多。关于施用高分子材料的效果, 也存在着两种截然不同的观点^[7,8]: 一种观点认为施用高分子聚合物可以提高土壤孔隙度和导水能力; 另一种观点则认为施用高分子聚合物可能降低土壤入渗, 增加径流量。陈渠昌等人^[7]通过对洪积沙壤土施用 PAM 后发现, PAM 用量是影响土壤入渗的重要因素, 1.0 g/m² 左右为洪积沙壤土的最佳 PAM 施用量(入渗率最大)。

本文以聚丙烯酸钠(SP)为研究对象, 通过野外模拟降雨试验, 研究了不同 SP 用量对坡面产流产沙

的影响, 以期为高分子聚合物在水土保持中的推广应用提供理论支持。

1 试验区概况

试验地位于陕西米脂县城西北 4 km 处的银洲镇孟岔村(N37°40'~38°06'E100°15'~110°16'), 在米脂县石沟流域下游, 为典型的黄土丘陵沟壑区。区内年平均气温 8.9℃, ≥10℃积温 3 470℃, 日照时数 2 716 h, 无霜期 160~170 d。统计该区 1976~2006 年降水资料得到, 区域内年平均降水量 420.2 mm, 降水年际变率 17.3%, 年内 4~5 月降水稀少, 且多为 10 mm 以下的无效降雨, 而 6~9 月的降水量占全年降水量的 74.3%, 且多以暴雨形式出现。该区土壤类型为黄绵土, 其基本物理性状见表 1^[9]。由于人为砍伐、开荒, 导致区域天然植被保存量很少, 以天然刺槐林为主, 林下主要分布有禾本科植物针茅, 间有铁杆蒿、野菊花等物种, 地表附着有发育良好的生物结皮。随着上世纪末退耕还林政策的实施, 人工种植的刺槐、枣树、杏树等树种逐步替代了坡地农作物, 目前, 除部分梯田和少量自然坡面仍种植农作物外, 区域内坡面基本形成了以人工刺槐林为主的生态林和以枣树、杏树等林木为主的经济林。

收稿日期: 2008-11-17; 修回日期: 2009-03-18
基金项目: 国家自然科学基金(40701092); 西北农林科技大学青年学术骨干项目; 国家科技支撑计划(2007BAD88B05); 国家科技支撑计划(2007BAD88B10)
作者简介: 牛俊(1983—), 男, 甘肃白银人, 硕士研究生, 主要从事流域水土资源综合管理及高效利用方面的研究。E-mail: newjohn@nwsuaf.edu.cn。
* 通讯作者: 吴普特, 研究员, 博导, 主要从事水土保持与节水灌溉研究。E-mail: gjzwpt@vip.sina.com。
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 试验区土壤物理性状

Table 1 Physical properties of soil in experiment area				
土层(cm) Soil Layer	颗粒级配 Grain composition (%)			容重(g/cm ³) Bulk density
	2.00~0.02	0.02~0.002	<0.002	
0~20	83.9	8.5	5.9	1.29
20~40	87.3	5.6	5.9	1.35
40~60	88.1	5.6	5.6	1.38
60~80	86.1	8.1	5.8	1.37
平均 Average	86.35	6.95	5.8	1.35

注:表中颗粒级配为引用数据,容重为测定数据。
Note: the grain composition data was quoted, the bulk density data was determined.

2 试验方法

2.1 模拟降雨试验装置

考虑到野外缺水断电的实际情况,采用有压给水针头式人工模拟降雨装置^[10]进行模拟降雨试验,该装置由供水水箱和雨滴发生器两部分组成,供水水箱通过橡胶管与雨滴发生器连接并向其供水,降雨时通过更换不同型号针头、控制雨滴发生器内的

水位即可实现对雨强的控制,不同针头型号和水位组合下的雨强率定在室内进行。该装置可模拟雨强 0.5~3.0 mm/min。降雨器高度可调,调节范围为 1~1.8 m,有效降雨面积 1 m×1.5 m。

径流小区两侧边界采用 2 mm 厚的钢板打入地表后围成,下部设铁皮集流槽。小区面积以降雨器在坡面上的铅垂投影面积为准,小区布设好后于集流槽出口下方开挖以放置集流桶。

2.2 试验材料

聚丙烯酸钠(Sodium Polyacrylate, 简称 SP):由西北工业大学提供,相对分子质量 1 500~2 000 万,无色无味,为大小均匀(直径 0.2 mm 左右)的半透明晶体颗粒。

2.3 试验设计

试验在野外天然坡面上进行,试验前对坡地进行人工修整,除去杂草,整平坡面,统一坡度和坡长。试验坡度采用 12°,设 4 个 SP 施用水平(包括对照),分别为:0、1.8、3.6 和 5.4 g/m²,试验雨强设定为中雨强(1.50 mm/min),试验实测坡度和雨强见表 2。

表 2 实验结果

Table 2 Results of the experiment						
坡度 Slop	SP 施用量 SP application rate (g/m ²)	0~20 cm 土壤含水量 Soil moisture in 0~20 cm layer (%)	雨强 Rainfall intensity (mm/min)	产流时间 Runoff duration (min)	平均产流强度 Average runoff yield intensity (mm/min)	平均产沙强度 Average sediment yield intensity (g/min)
12.3°	0	10.0	1.51	4.83	16.33	10.18
12.3°	1.8	9.8	1.48	5.60	14.64	7.13
12.3°	3.6	10.3	1.50	3.42	16.92	6.56
12.1°	5.4	10.7	1.49	0.63	25.77	4.86

将 SP 用水溶解后均匀洒施于小区地表,次日进行降雨试验。试验开始前先用塑料薄膜覆盖径流小区,向供水桶和雨滴发生器内加水,当雨滴发生器内水位达到一定高度时(依据水层厚度与雨强关系的室内滤定结果确定),测定雨强,调整水位直至达到设定雨强时掀开塑料薄膜并开始计时,控制供水桶阀门使雨滴发生器内水位保持稳定。为保证降雨尽量不受风的影响,试验在早晨 7 点前开始,并用木纤维板遮挡小区及降雨器,在相对封闭的环境中进行试验。坡面开始产流后记录初始产流时间,每隔 5 min 量测一次径流量和泥沙量,每场降雨历时均控制在 50 min 左右。

3 结果与分析

将试验结果列于表 2,对不同 SP 施用量下的试验数据进行处理,分析不同 SP 施用量对坡地次降雨产流、产沙等的影响

3.1 施用 SP 对初始产流时间的影响

从表 2 中产流时间数据可以看出:与对照试验相比,SP 施用量为 1.8 g/m² 时,初始产流时间延长了 0.77 min,而当施用量为 3.6 g/m² 和 5.4 g/m² 时,初始产流时间均缩短,分别比对照缩短了 1.41 min 和 4.20 min,这表明,随施用量的变化,SP 对初始产流时间的影响表现出双重特征,施用量较小时表现为延缓产流,施用量较大时则加快产流。为了进一步讨论 SP 施用量对产流时间的影响,将不同 SP 施用量下的产流时间点绘于图 1 并进行回归分析,结果显示,产流时间与 SP 施用量之间呈二次函数关系,其回归方程为:

$$t = -0.2747 a^2 + 0.6622 a + 4.947 (R^2 = 0.9809)$$

式中, t 为产流时间(min); a 为 SP 施用量(g/m²)。分析曲线走势发现,SP 施用量在 1.0 g/m² 附近时,曲线存在一个最大极值点,用数学方法求得该极

值点所对应的 SP 用量为 1.21 g/m^2 ，其物理意义为：当 SP 施用量为 1.21 g/m^2 时，延缓坡面产流的效果最明显，通过进一步计算，SP 施用量在区间 $a \in (0, 2.42)$ 时，有延缓坡面产流的效果，施用量大于 2.42 g/m^2 时，加快坡面产流。

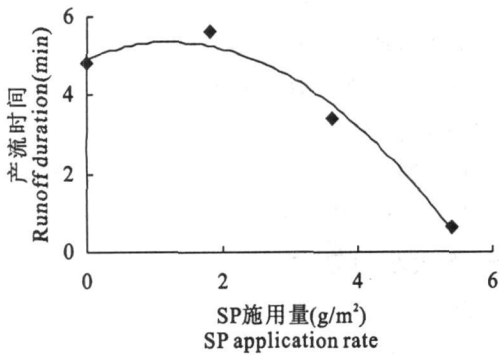


图 1 SP 施用量与产流时间的关系

Fig.1 Relationship between SP application rate and runoff duration

3.2 施用 SP 对产流强度的影响

分析表 2 中产流强度数据可以看出：与对照相比，SP 施用量为 1.8 g/m^2 时，平均产流强度明显减小，减小幅度为 10.3%，SP 施用量为 3.6 g/m^2 和 5.4 g/m^2 时，产流强度则表现出增加趋势，且施用量越大，产流强度增加幅度也越大，SP 施用量为 5.4 g/m^2 时，产流强度的增加幅度高达 57.8%。以上分析表明，SP 对产流强度的影响也表现出双重特征：施用量较小时，减小产流强度，施用量较大时，增大产流强度。将 SP 施用量与平均产流强度数据点绘于图 2 并进行回归分析，结果表明，平均产流强度与 SP 施用量之间呈二次函数相关关系，其回归方程为：

$$q = 37.389a^2 - 123.72a + 757.97 (R^2 = 0.9955)$$

式中： q 为平均产流强度(mm/min)； a 为 SP 施用量

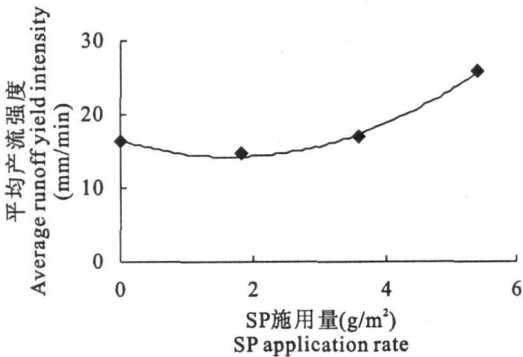


图 2 SP 施用量与平均产流强度的关系

Fig.2 Relationship between SP application rate and average runoff yield intensity

(g/m^2)。

分析曲线走势发现，SP 用量在 1.5 g/m^2 附近时，平均产流强度存在一个最小极值点，通过数学方法不难求出这一极值点所对应的 SP 施用量为 1.65 g/m^2 。忽略降雨过程中的蒸发和径流损失量，从理论上分析，平均径流强度的最小点应对应于平均入渗率的最大点，这一最大值大于对照试验的入渗率，这说明，通过施用适量的 SP，可以在一定程度上增大土壤入渗率。进一步通过数值计算得出，SP 施用量在区间 $a \in (0, 3.31)$ 时，其作用表现为增大土壤入渗率，超出这一区间则表现为减小土壤入渗率，其中，施用量为 1.65 g/m^2 时，土壤入渗率的增大效果最明显。

SP 对土壤入渗率的影响可用其分子结构及其与土壤颗粒间的相互作用来解释：SP 的长分子链结构可增加土粒间的黏结力和土壤水稳性团粒数量，形成较大团粒结构，使土壤孔隙结构保持稳定，从而起到防止土壤渗透能力因土壤结构被雨滴破坏而迅速减小的作用，但当 SP 施用量超过维持土壤结构稳定性所需的用量时，多余的 SP 长分子链会将土壤传导孔隙部分或全部堵塞，从而降低土壤的水力传导度，减小土壤入渗率，随施用量增大，被堵塞的传导空隙数量也就越多，入渗率降低幅度也就越大，这与前述分析一致。

3.3 SP 施用量对产沙强度的影响

从表 2 中产沙强度数据可以看出：与对照相比，施用 SP 后，坡面平均产沙强度均呈减小趋势，且施用量越大，产沙强度的减小幅度也越大；SP 施用量为 1.8 g/m^2 、 3.6 g/m^2 和 5.4 g/m^2 时，平均产沙强度的减小幅度分别达 29.9%、35.5% 和 52.3%，这表明，地表施用 SP 能够减少坡面土壤流失量，施用量

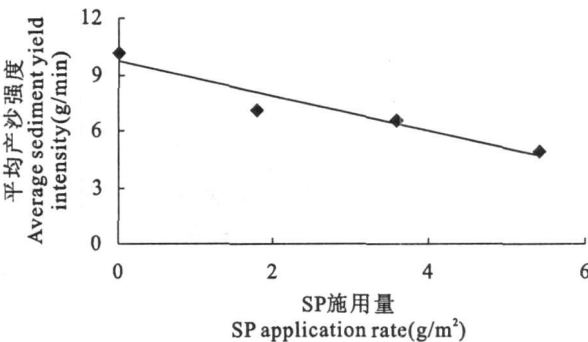


图 3 SP 施用量与平均产沙强度的关系

Fig.3 Relationship between SP application rate and average sediment yield intensity

越大,减沙效果越明显。将 SP 施用量和平均产沙强度数据点绘于图 3 并进行回归分析,结果表明,平均产沙强度与 SP 施用量之间呈直线相关关系,其回归方程为:

$$z = -0.9193 a + 9.666 (R^2 = 0.925)$$

式中, z 为平均产沙强度 (g/min); a 为 SP 施用量 (g/m^2)。

SP 之所以具有减沙作用,是因为溶解在水中的 SP 具有絮凝作用。降雨过程中,SP 长分子链中的一部分吸附了土壤颗粒,而留在溶液中的其他部分仍可以吸附土壤颗粒,因此,SP 的长分子链能将径流中的泥沙颗粒桥接在一起而使其絮凝、沉降,将土壤颗粒黏结在一起从而减少坡面产沙,随 SP 施用量的增大,坡面径流中能被絮凝、沉降的泥沙颗粒数量就越多,相应地产沙强度也就越小,减沙效果越明显。

3.4 施用 SP 对坡面产流过程的影响

图 4 为坡面产流强度随降雨过程的动态变化情况。从图中可以看出:不同 SP 施用量下产流强度随降雨过程的变化皆可用对数相关方程描述(表 3)。产流开始后,坡面产流强度随降雨过程的持续而逐渐增大,其中,对照、SP 施用量为 $3.6 \text{ g}/\text{m}^2$ 和 $5.4 \text{ g}/\text{m}^2$ 的情况下,产流开始后 $5\sim 10 \text{ min}$ 内产流强度增幅较大,之后变缓,最后趋于稳定。施用量为 $1.8 \text{ g}/\text{m}^2$ 时的产流过程线在产流初期产流强度增加幅度较小,随降雨过程的继续,产流强度增幅逐渐增大,产流开始 10 min 后产流强度快速增加, 25 min 后与对照试验产流过程线基本重合。SP 施用量为 $3.6 \text{ g}/\text{m}^2$ 时的产流强度过程线与对照条件下的产流过程线极为近似,两者几乎重合,施用量为 $5.4 \text{ g}/\text{m}^2$ 时的产流过程线在全程任一时刻产流强度均明显大于其他处理。

表 3 坡面产流模型

Table 3 Slope-runoff yield model

处理 Treatment	样本数 Sample number	经验方程 Empirical equation	R^2
CK	9	$Y=0.2017\text{Ln}X-0.1217$	0.9269
1.8	9	$Y=0.3544\text{Ln}X-0.6354$	0.9508
3.6	9	$Y=0.2296\text{Ln}X-0.1886$	0.9803
5.4	9	$Y=0.1871\text{Ln}X+0.2054$	0.9439

注: Y 为坡面产流强度 (mm/min); X 为降雨历时 (min)。

Note: Y stands for runoff intensity (mm/min); X stands for rain-fall time (min).

地表未施用 SP 的情况下,在降雨初期,土壤较干燥,入渗能力强,地表不产生径流。随着降雨的继续,一方面表层土壤含水量增加,逐渐趋于饱和,另

一方面,表层细颗粒随水向下移动,阻塞土壤传导孔隙,促进地表径流形成。地表开始产流后,土壤入渗率迅速减小,并逐步趋于稳定,相应的地表径流强度急剧增加,其后逐步稳定。地表施用 SP 后,因其对土壤结构产生影响,从而影响到坡面产流过程;施用少量 SP 后 ($1.8 \text{ g}/\text{m}^2$),其凝聚土粒的作用使得地表结构比未施用 SP 时更稳定,减少了降雨过程中随水向下移动的微小土粒数目,从而减少了被堵塞的孔隙数量,在产流开始后能较长时间保持良好的入渗性能,也就不难解释为何其产流过程会出现上述特征了。 $3.4 \text{ g}/\text{m}^2$ 的 SP 施用量,超出了维持土壤结构稳定性所需用量(前述 $2.42 \text{ g}/\text{m}^2$),只有部分 SP 参与地表土粒凝聚,剩余 SP 的长分子链会堵塞一部分土壤孔隙,被堵塞孔隙数量大致与未施用 SP 时细粒下移所堵塞的孔隙数量相当,因而其产流过程线与未施用 SP 时的产流过程线几乎重合。当 SP 施用量达到 $5.6 \text{ g}/\text{m}^2$ 时,其施用量远超过了维持土壤结构稳定所需的用量,大量土壤孔隙被堵塞,从而导致其产流强度在整个降雨过程中任一时刻均远大于其他处理。

3.5 施用 SP 对坡面产沙过程的影响

图 5 为产沙强度随降雨过程的动态变化图,从图中可以看出:产流开始后,产沙强度迅速达到峰值,其中,SP 施用量为 $1.8 \text{ g}/\text{m}^2$ 时,峰值出现时间晚于其他 3 个处理,产流开始后 15 min 达到峰值,其余几个处理均在产流开始后 10 min 达到峰值。随 SP 施用量的不同,产沙强度峰值也表现出较明显的差异,各处理产沙强度峰值大小顺序为: $\text{CK} > 1.8 > 5.4 > 3.6$,SP 施用量由大到小 ($5.4 \text{ g}/\text{m}^2, 3.6 \text{ g}/\text{m}^2, 1.8 \text{ g}/\text{m}^2, 0 \text{ g}/\text{m}^2$) 变化时,所对应的产沙强度峰值之比为 $0.59:0.56:0.83:1$ 。达到峰值后,随降雨过程的继续,产沙强度均逐渐下降,到降雨结束时,各处理下的产沙强度均达到相对稳定水平,从图中可以看出,降雨结束时的产沙强度大小顺序为: $\text{CK} > 3.6 > 1.8 > 5.4$ 。

地表施用 SP 后,一方面,其长分子链结构能增大土粒间的黏结力,增强土壤抗蚀性,另一方面,其分子链的一端附着在地表,另一端留在径流溶液中,可吸附径流中悬浮的颗粒,从而起到减沙作用,随施用量增大,其减沙效果也越明显。图 5 中产沙强度峰值随施用量的增加表现出减小的趋势可用这一原理解释。需要特别说明的是,图 5 显示,SP 施用量为 $5.4 \text{ g}/\text{m}^2$ 时,其产沙强度峰值大于施用量为 $3.6 \text{ g}/\text{m}^2$ 时的产沙强度峰值,表面上看,这与前面得出的产沙强度与 SP 施用量呈负相关关系的结论相悖,

实际上,在 SP 施用量为 5.4 g/m^2 的条件下,尽管其产沙强度峰值大于施用量为 3.6 g/m^2 时的产沙强度峰值,但从图 6 可以看出,前者径流含沙率峰值远小于后者,因此可以推断,SP 施用量不是产生前述

悖论的因素,而是因为前者产流强度大于后者(图 4),相应的径流冲刷力也就越大,从而表现出产沙强度略大于后者的情况。

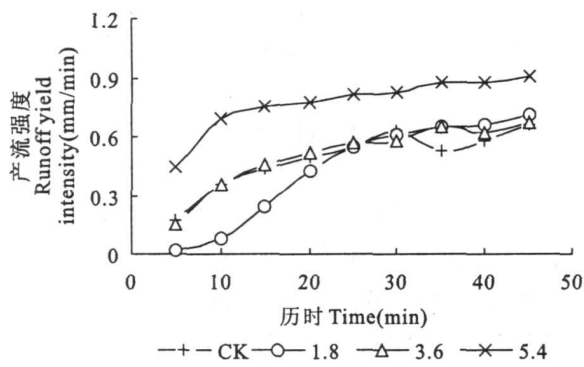


图 4 坡面产流动态过程

Fig.4 Dynamic process of runoff yield production

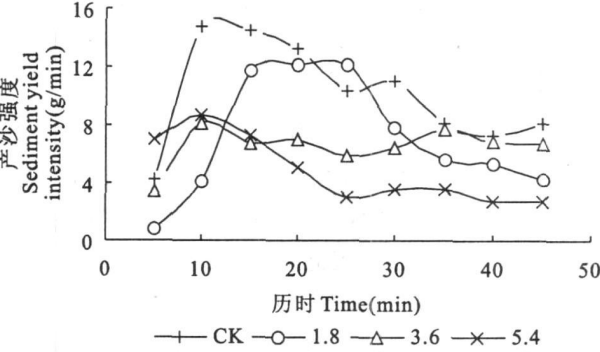


图 5 坡面产沙动态过程

Fig.5 Dynamic process of sediment yield production

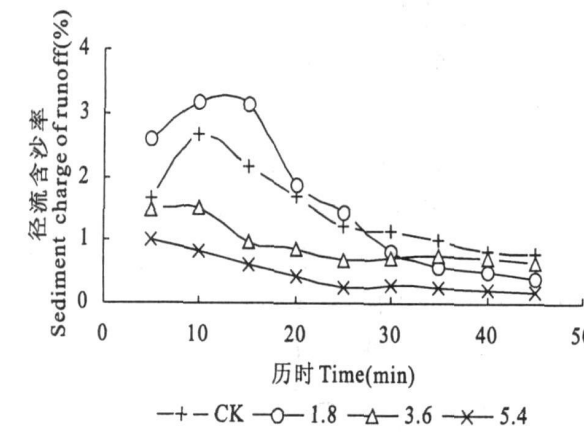


图 6 径流含沙率动态过程

Fig.6 Dynamic process of sediment charge of runoff

4 结论与讨论

SP 施用量与初始产流时间、平均产流强度间的关系均可用二次函数描述,其回归方程分别为: $t = -0.2747a^2 + 0.6622a + 4.947$ ($R^2 = 0.9809$), $q = 37.389a^2 - 123.72a + 757.97$ ($R^2 = 0.9955$),与径流挟沙率成线性相关关系,回归方程为: $z = -0.9193a + 9.666$ ($R^2 = 0.925$)。SP 施用量介于 $0 \sim 2.42\text{ g/m}^2$ 之间时,能够延长初始产流时间,延缓坡面产流,施用量为 1.21 g/m^2 时,延缓产流的效果最明显,施用量超过 2.42 g/m^2 时,加速坡面产流,施用量越大,初始产流时间越短;SP 施用量在 $0 \sim 3.31\text{ g/m}^2$ 时,能够增加土壤入渗,减少坡面产流量,施用量为 1.65 g/m^2 时的增渗减流效果最明显,超过 3.31 g/m^2 时则增加产流量,施用量越大,产流量增加幅度也越大。地表施用 SP 后,能够减少坡面产沙,且施用量越多,

减沙效果越明显。施用 SP 可影响坡面产流产沙过程,具体表现为坡面产流、产沙强度峰值的变化以及降雨末坡面产流、产沙过程趋于稳定时的产流、产沙量差异,对产流、产沙过程线线形影响不大。SP 施用量为 1.8 g/m^2 时,径流过程线表现出产流初期径流强度增速较缓、径流峰值推迟出现的情况,施用量为 3.6 g/m^2 时的产流过程线与未施 SP 时的径流过程线极其接近,二者几乎重合,而当施用量增大到 5.4 g/m^2 时,降雨过程中任一时刻的产流强度均明显大于其他三种处理。SP 施用量不同,坡面产沙强度峰值也表现出差异,产沙强度峰值随 SP 施用量增大而呈现减小的趋势,施用量为 3.6 g/m^2 和 5.4 g/m^2 时的产沙强度不符合这一变化趋势的原因是 SP 施用量为 5.4 g/m^2 时坡面径流量的增大成为引起产沙强度的变化主要原因。

在黄土坡面施用少量 SP,能够增加土壤入渗速率、减少坡地降雨产流,从而减少坡面的径流冲刷侵蚀动能,这对于提高降雨向土壤水的转化以及防止坡面水土流失方面是非常有利的;当 SP 用量较大时,一方面,能够降低土壤入渗率,增加地表径流量,另一方面,能够较大幅度减少坡面产沙量,这对于利用需要集流面集流的蓄渗型地表径流调控措施(如水平沟、坡式梯田、鱼鳞坑等)和蓄集型径流调控措施(如水窖、涝池等)调节地表径流、充分开发利用降水资源以为农业生产和生态建设服务是非常有利的。根据不同的降雨径流调控目标,选择适宜的 SP 施用量,可实现保持水土、调控地表径流、实现降雨资源高效利用等目的。SP 在黄土区水土保持与

生态建设方面应用前景广阔,可作为广泛推广应用的高分子土壤改良材料之一。

本文只对单一雨强、单一坡度下,不同 SP 施用量对裸地坡面产流产沙的影响进行了简单探讨,对于不同坡度、不同雨强以及有植被存在的坡面,施用 SP 后的产流、产沙规律还有待进一步研究。

参 考 文 献:

[1] 吴普特,高建恩.黄土高原水土保持新论——基于降雨地表径流调控利用的水土保持学[M]. 郑州:黄河水利出版社,2006: 1—23.

[2] 吴普特,汪有科,冯 浩,等. 21 世纪中国水土保持科学的创新与发展[J]. 中国水土保持科学,2003,1(2):84—87.

[3] 冯 浩,吴淑芳,吴普特.高分子聚合物对土壤物理及坡面产流

产沙特征的影响[J]. 中国水土保持科学,2006,4(1):15—19.

[4] 龙明杰,曾繁森.高聚物土壤改良剂的研究进展[J]. 土壤通报,2000,31(5):199—206.

[5] 龙明杰,张宏伟,曾繁森,等. 聚合物在水土保持中的应用[J]. 水土保持通报,2000, 20(3):5—9.

[6] 吴淑芳,吴普特.化学物质对提高雨水利用率的应用研究进展[J]. 水土保持研究,2002,9(2):146—149.

[7] 陈渠昌,雷廷武,李瑞平.PAM 对坡地降雨径流入渗和水力侵蚀的影响研究[J]. 水利学报,2006,37(11):1290—1296.

[8] 庄文化,冯 浩,吴普特.高分子保水剂农业应用研究进展[J]. 农业工程学报,2007,23(6):265—270.

[9] 同延安,石 维,吕殿青,等. 陕西三种类型土壤剖面硝酸盐累积、分布与土壤质地的关系[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(4):435—441.

[10] 袁建平,蒋定生,文妙霞.坡地土壤降雨入渗试验装置研究[J]. 水土保持通报,1999,19(1):24—27.

The influence of SP on the runoff yield and sediment yield on loess slope

NIU Jun^{1,2}, ZHAO Xi-ning^{1,2}, WU Pu-te^{1,2}, HUANG Jun^{1,2}, ZHANG Yong-yong^{2,3}

(1. Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. National Engineering Research

Center for Water Saving Irrigation at Yangling, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Institute of Soil and

Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The effect of Sodium Polyacrylate(SP) on the runoff and sediment yield was studied by the field simulated rainfall experiment. For the SP application amount, runoff and sediment yield intensity, the relationship model was built. The results showed that, there was a quadratic relationship between the SP application amounts, the time of producing runoff and the average intensity of runoff yield, respectively. But a straight-line relationship with the sediment yield intensity was found. When the SP application amount is 0 to 2.42 g/m², especially 1.21 g/m², SP delayed the runoff yield on slope. Therefore, SP increased the soil infiltration and decreased the runoff yield, as the application amount is 0 to 3.31 g/m², especially 1.65 g/m². SP can affect the surface runoff process. While the amount was 1.8 g/m², the increase of the initial run-off was reduced in the dosage of 3.6 g/m². And, the runoff process line was very close to the control, while the application rate increased to 5.4 g/m², the intensity of runoff increased significantly. With the application rate increasing, the sediment yield intensity was gradually reduced.

Keywords: Sodium Polyacrylate(SP); simulated rainfall experiment; loess slope; runoff yield and sediment yield