

邢台市核桃林水土保持效益分析

袁晓龙¹, 王秀茹¹, 郭晓辉², 李保国³

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;

2. 国土资源部土地整治中心, 北京 100035; 3. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000)

摘要: [目的] 分析不同树龄核桃林在不同栽植模式下的水土保持效益, 为该区核桃经济林栽培技术技术的完善以及水土流失的有效防治提供理论依据。[方法] 以河北省邢台市裸地和不同核桃林地内的径流场为研究对象, 采用野外试验布设和室内分析测定相结合的方法, 以裸地为对照研究了不同核桃林在天然降雨后的产流产沙特征。[结果] (1) 在常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林 3 种核桃林栽植模式中, 核桃—苜蓿林保水保土效果表现最优, 径流系数在 0.14%~0.30% 之间, 径流含沙量在 4.04~8.95 kg/m³ 之间。(2) 在同一核桃林栽植模式中, 随着核桃树树龄的增长其保水保土作用也逐渐增强。5 年生核桃林的径流系数和径流含沙量平均为 3 年生核桃林的 95.90% 和 83.63%, 8 年生核桃林的径流系数和径流含沙量平均为 3 年生核桃林的 94.54% 和 77.66%。[结论] 核桃林适宜的栽植模式可以在增加经济效益的同时, 有效地控制水土流失, 在实际应用中, 应针对不同的地形条件、降雨特性进行合理的选择。

关键词: 河北省邢台市; 核桃林; 水土保持效益

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)02-0306-07

中图分类号: S715.3

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2015.02.058

Soil and Water Conservation Benefits of Walnut Forests in Xingtai City

YUAN Xiaolong¹, WANG Xiuru¹, GUO Xiaohui², LI Baoguo³

(1. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing

100083, China; 2. Land Consolidation and Rehabilitation Center, MLR, Beijing 100035, China;

3. College of Forestry, Agricultural University of Hebei Province, Baoding, Hebei 071000, China)

Abstract: [Objective] Studying the soil and water conservation benefits of walnut forest with different ages and planting patterns, in order to provide a theoretical basis for the improvement of walnut forest cultivation technology system and effective prevention and control of soil and water conservation in Xingtai City. [Methods] The runoff fields of bare land and different walnut woodlands in Xingtai City, Hebei Province were used as the research objects. Runoff and sediment characteristics of the walnut forests were studied after the natural rainfall with the bare land as control by the method of field measurement and laboratory analysis. [Results] (1) In the conventional walnut forests, walnut—alfalfa forests and walnut—eco-stocking(with chicken in site) forests, the soil and water conservation effects of the walnut—alfalfa forests were the best with the runoff coefficient of 0.14% to 0.30% and the runoff sediment concentration of 4.04 kg/m³ to 8.95 kg/m³; (2) In the same walnut forests planting mode, the soil and water conservation effect gradually increased with the growth of walnut trees, the runoff coefficient and runoff sediment concentration of 5 a walnut forests were 95.90% and 83.63% of the corresponding value of 3 a walnut forests averagely, and 8 a walnut forests were 94.54% and 77.66% of the value of 3 a walnut forests averagely. [Conclusion] Suitable planting pattern of the walnut forests could control the erosion effectively and increase the economic benefits, so reasonable choices should be made according to the terrain conditions and rainfall characteristics of different regions for practical application.

Keywords: Xingtai City of Hebei Province; walnut forests; soil and water conservation benefits

收稿日期: 2014-03-05

修回日期: 2014-04-05

资助项目: 林业公益性行业专项“干旱丘陵岗地生态经济型水土保持林水土保持效益评价研究”(201004024)

第一作者: 袁晓龙(1988), 男(汉族), 河北省尚义县人, 硕士研究生, 主要研究方向为水土保持与荒漠化防治。E-mail: 414405377@qq.com。

通信作者: 王秀茹(1957—), 女(汉族), 河北省清苑县人, 教授, 博士生导师, 主要从事流域管理、水资源及农田水利方面的研究。E-mail: wang-xr@163.com。

邢台市位于河北省中南部,太行山脉南段东麓,华北平原中部,北纬 $36^{\circ}45'$ — $37^{\circ}48'$,东经 $113^{\circ}45'$ — $115^{\circ}50'$ 之间,东以大运河和山东省相望,西依太行山与山西省毗邻,北及东北与省会石家庄市、衡水市相连,南接邯郸市,总面积约 $12\,456\text{ km}^2$,地势西高东低,以京广线为界,西部为山区丘陵,东部为平原。土壤侵蚀以降水和地表径流为直接动力,即以水力侵蚀为主,其主要侵蚀形态有面蚀和沟蚀。20世纪80年代后期以来,山区开矿、采石、修路等生产建设事业迅速发展,由于弃渣和排弃尾矿,人为活动造成的地表植被损毁、水土流失越来越严重。《中华人民共和国水土保持法》颁布实施后,人为活动造成的水土流失受到一定的限制和治理,但治理和恢复的速度与破坏速度大体持平。2009年邢台市水土保持规划区总面积 $3\,508\text{ km}^2$,其中邢台县、临城县、沙河市和内丘县分别为 $1\,195.548$ 、 $2\,553.79$ 和 531.72 km^2 ,该市水土流失总面积 $1\,820\text{ km}^2$,占全市总面积的 14.6% ^[1-4]。

核桃树(*Juglans regia*),落叶乔木,喜温、耐寒、耐旱、喜直射光经济树种,对环境条件要求较宽,是我国经济树种中分布最广的树种之一,具有较高的营养价值和药用价值。邢台市西部山区是核桃传统产区,2010年邢台市核桃面积达到 $1.47\times 10^5\text{ hm}^2$,2012年达到了 $2.53\times 10^5\text{ hm}^2$ 。姜国宏、高嵩和刘霞等^[5-7]研究认为经济林退耕类型的土壤侵蚀面积降低率在 $31\%\sim 23\%$ 之间,其水土保持作用显著,山核桃林综合治理项目区可治理水土流失区域的水土流失强度逐步实现从中度向轻度的转变,通过山核桃林的水土流失治理,增加了林区植被,提高了土壤保水保土能力,提高了土壤肥力,改善了林区小气候,增加了林区的生物多样性,减少和控制了病虫害,促进了项目区森林系统的稳定发展。因此,探讨邢台市核桃林的水土流失规律,不但有助于有效地治理水土流失,改善生态环境,还可以最大限度地提高其经济效益,寓经济效益于生态效益之中,对完善核桃经济林的栽培技术以及防治水土流失的研究具有重要的理论和现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于太行山南段东麓临城县丘陵区,东经 $114^{\circ}24'$,北纬 $37^{\circ}18'$,海拔 $80\sim 135\text{ m}$ 。中低山区岩性主要包括太古界古老变质岩系、元古界浅变质岩系和震旦纪石英砂岩系,丘陵地区主要为下古界寒武系奥陶石灰岩和上古界石炭二叠岩系,中生界三叠系、白垩系地层有零星分布^[2]。土壤为山地生草甸棕壤

土、褐土及草甸土,土壤母质主要是洪积冲积物,局部存有冰积砾物,pH值7.3。年均降水量 521 mm ,年均气温 $13.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,极端最高气温 $41.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低气温 $-23.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,无霜期 202 d ,年均日照 $2\,653\text{ h}$ 。当地属于温带大陆性季风气候,四季分明,降雨季节分配不均,雨量集中在7—8月份,沿河川两岸分布有带状和裙状一、二级阶地,冲沟较发育,水土流失严重^[4]。试验选用的核桃树品种为当地普遍栽培的薄皮核桃树。

1.2 试验设计

试验选取核桃林和荒岗地 $9^{\circ}\sim 11^{\circ}$ 的坡面,共设10个处理,分别为:裸地(LD);3年生常规核桃林(3CH)、5年生常规核桃林(5CH)和8年生常规核桃林(8CH);3年生核桃—苜蓿林(3HM)、5年生核桃—苜蓿林(5HM)和8年生核桃—苜蓿林(8HM);3年生核桃—生态放养(鸡)林(3HF)、5年生核桃—生态放养(鸡)林(5HF)和8年生核桃—生态放养(鸡)林(8HF),裸地与核桃林临近,所有核桃林均为当地普遍采用的客土造林方式栽植,核桃树株行距为 $2.5\text{ m}\times 3.0\text{ m}$ 。各处理的具体描述详见表1。试验采用径流场法进行研究,在每个处理中设径流小区,规格为 $2.5\text{ m}\times 10\text{ m}$,在径流小区四周分别设高 0.20 m ,宽 0.15 m 的砖—水泥截水墙围堰,在下围堰内侧用水泥做集流槽,并使集流槽保持一定坡降比(1%),在较低处连接水管,通向小区外的集水池,保证集流槽内平整均匀,截水墙、集流槽和地面要连接密实,最后用塑料布盖上集水水池,以防其他水或沙土进入,当下雨后及时量取径流量和泥沙量^[8]。针对不同处理在不同降雨条件下的产流、产沙特征进行研究,以裸地作为对照,对比分析不同核桃林的水土保持效益。

1.3 测定项目

降雨量采用雨量筒测定,将每次降雨收集在雨量筒内,观测降雨量,并记录降雨时间。径流量采用径流场法,降雨前在集水池中固定好收集径流的大号透明塑料袋,降雨产生径流流入到各小区下方集水池的塑料袋后,收集并计算出各小区的径流量。泥沙流失量采用烘干法,将收集回的径流在水桶中搅拌均匀,用 100 ml 的塑料瓶采集泥沙样3瓶,置于烘箱内 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干后称重,计算出每次降雨各小区的泥沙流失量^[9]。

2 结果与分析

试验观测期为2012年4月下旬至9月中旬,共观测天然降雨16场,但因其中10场降雨的降雨量较小,产流产沙不明显,因此选取另外降雨量较大,产流

产沙明显的 6 场典型天然降雨进行分析(表 2),其中 A,E 和 F 这 3 场降雨历时较短,降雨量少;B 场降雨历时较短,降雨量大;C 场降雨历时较长,降雨量少;D 场降雨历时较长,降雨量大。

表 1 各试验处理的具体特征

处理编号	核桃林树龄/a	样地描述
LD	—	土壤棕黄色,较核桃林地土壤干旱,地面只有零星分布的杂草,例如猫眼草、稗草和紫花地丁等,盖度<5%
3CH	3	常规种植的纯核桃林,无间种、无放养,土壤黄褐色,株行间有自然生长的夏至草、苦苣菜、紫花地丁、狗尾草等杂草,盖度 45%左右
5CH	5	
8CH	8	
3HM	3	核桃林行间人工间种苜蓿带,带宽为 1.0 m,土壤为黄褐色,株行间夹杂生长着夏至草、苦苣菜、紫花地丁、狗尾草等杂草,总盖度>90%
5HM	5	
8HM	8	
3HF	3	核桃林中放养鸡群,由于鸡群的经常啄食,地面无其他植被分布,土壤褐色,质地较其他处理疏松
5HF	5	
8HF	8	

注:LD 为裸地,3CH 为 3 年生常规核桃林,5CH 为 5 年生常规核桃林,8CH 为 8 年生常规核桃林;3HM 为 3 年生核桃—苜蓿林,5HM 为 5 年生核桃—苜蓿林,8HM 为 8 年生核桃—苜蓿林,3HF 为 3 年生核桃—生态放养(鸡)林,5HF 为 5 年生核桃—生态放养(鸡)林,8HF 为 8 年生核桃—生态放养(鸡)林。下同。

表 2 研究区试验观测期各场降雨特征

降雨日期	场次	降雨量/mm	降雨历时/min
20120623	A	24	62
20120626	B	50	130
20120628	C	32	135
20120704	D	53	193
20120709	E	23	50
20120803	F	27	56

2.1 不同核桃林的坡面径流和产沙特征

各场降雨中径流量和泥沙流失量的多少是裸地和不同核桃林水土保持效益大小的综合反映。对试验区各场降雨中不同处理水土流失情况的观测结果详见表 3。由表 3 可以看出,在各场降雨过程中,裸地、常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林的径流量及泥沙流失量不但受到降雨量多少的影响,还与降雨历时时间的长短有密切关系。

(1) 在降雨量较小、降雨历时较长的 C 场降雨过程中,核桃—生态放养(鸡)林和裸地产生的径流量较常规核桃林和核桃—苜蓿林少,这是由于核桃—生态放养(鸡)林团粒结构的土壤中存在大量的土壤孔隙,在降雨历时长、降雨强度小的情况下,使降雨大部分入渗到地下^[10-11],而裸地长期处于干旱缺水状态,雨滴落到地面后会迅速被土壤吸收,因此二者在小强度的降雨情况下产生的径流量比其他处理都少。另外裸地和核桃林各处理产生的泥沙流失量与径流量大小呈正相关,产生的径流量越大,其对应的泥沙流失量也就越多。(2) 在降雨量较小、降雨历时较短的 A,E 和 F 这 3 场降雨过程中,随着降雨强度的逐渐增

大,各处理的径流量和泥沙流失量也随之增加。其中,在 A 和 E 两场降雨中,裸地的径流量最少,其次为核桃—苜蓿林、核桃—生态放养(鸡)林和常规核桃林。与 C 场降雨相似,在降雨前裸地土壤较核桃林土壤干旱,大部分降雨很快入渗,这是导致其径流量少的重要原因,而在核桃—生态放养(鸡)林中,由于其土壤疏松,土壤孔隙较多,大部分径流也都入渗到地下,因而其径流量小于常规核桃林。随着降雨强度的增加,在 F 场降雨中,核桃—生态放养(鸡)林和裸地产生的径流量明显增加,这是由于,裸地土壤较硬实,随着降雨强度的增加降雨来不及入渗就形成了径流,而核桃—生态放养(鸡)林中的土壤在较大雨强下,土壤团粒结构逐渐被雨滴冲击力破坏,土壤孔隙堵塞,导致降雨入渗量减少。在这 3 场降雨过程中,裸地产生的泥沙流失量均较核桃林各处理大,这是由于裸地无核桃树对雨滴的拦截,缺乏植被根系对土壤的固结以及植被地上部分对径流中土壤颗粒的阻挡,因此裸地地表的土壤在雨滴的作用力下更容易发生溅蚀,随着径流量的增加泥沙大量被运移,发生流失;核桃林各处理产生的泥沙流失量与径流量的多少呈正相关,径流量越大,泥沙流失量也越多。(3) 在降雨量较大的 B 和 D 两场降雨过程中,裸地产生的径流量和泥沙流失量最多,而常规核桃林和核桃—生态放养(鸡)林相差不大,核桃—苜蓿林最少,这与在 F 场雨中各处理产生径流量和泥沙流失量多少的关系及其原因相类似。在核桃—苜蓿林中,因有核桃林对降雨的拦截以及地面苜蓿对径流的截持和对土壤的固结,其表现出了良好的水土保持效益^[12-14]。

表 3 不同降雨各处理径流量和泥沙量统计

降雨	项目	处理									
		LD	3H	5H	8H	3HM	5HM	8HM	3HF	5HF	8HF
A	径流量/(10 ⁻² mm)	5.08	6.58	6.45	6.35	6.13	5.93	5.88	6.43	6.23	6.13
	泥沙流失量/(10 ⁻³ t·hm ⁻²)	6.48	5.95	4.65	3.95	3.65	2.58	2.38	3.68	2.60	2.48
B	径流量/(10 ⁻² mm)	27.63	19.45	17.98	17.65	14.78	14.15	14.03	19.20	18.78	18.60
	泥沙流失量/(10 ⁻³ t·hm ⁻²)	37.43	16.38	14.25	13.50	9.75	8.83	8.33	18.75	16.48	16.25
C	径流量/(10 ⁻² mm)	3.45	9.88	9.25	9.05	8.13	7.53	7.43	7.50	7.23	7.15
	泥沙流失量/(10 ⁻³ t·hm ⁻²)	4.63	11.15	9.65	8.80	7.25	5.68	4.98	7.23	5.75	5.38
D	径流量/(10 ⁻² mm)	18.65	8.65	8.10	8.00	7.98	7.43	7.23	8.60	8.33	8.15
	泥沙流失量/(10 ⁻³ t·hm ⁻²)	19.85	8.65	7.18	7.23	5.43	4.80	4.63	8.03	6.23	6.10
E	径流量/(10 ⁻² mm)	5.53	6.88	6.58	6.50	6.23	6.03	5.93	6.58	6.33	6.28
	泥沙流失量/(10 ⁻³ t·hm ⁻²)	7.25	7.25	5.10	4.25	3.60	2.83	2.55	3.80	2.93	2.93
F	径流量/(10 ⁻² mm)	6.85	6.90	6.70	6.58	6.23	6.15	6.10	6.90	6.75	6.68
	泥沙流失量/(10 ⁻³ t·hm ⁻²)	10.90	8.35	6.10	4.33	4.70	4.13	3.60	5.85	4.65	4.13

图 1 为在各场降雨过程中不同树龄的常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林产生的径流量和泥沙流失量与裸地比较的结果(见图 1)。

(1) 在不同降雨量和降雨强度下,核桃林各处理相对于裸地的径流量和泥沙流失量的大小规律也不同,当降雨量和降雨强度均小时(C 场降雨),核桃林各处理产生的径流量和泥沙流失量都大于裸地(常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林产生的径流量分别为裸地的 272.26%,222.85%和 211.46%;泥沙流失量分别为裸地的 200.34%,121.15%和 124.20%),但随着降雨量和降雨强度的增大,在 A,E,F,B 和 D 降雨中裸地产生的径流量和泥沙流失量逐渐超过并大于核桃林各处理(D 场降雨

中,常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林产生的径流量分别为裸地的 44.24%,40.42%和 44.80%;泥沙流失量分别为裸地的 38.71%,24.92%和 34.19%)。

(2) 在同一核桃林栽植模式下,随着处理中核桃树树龄的增大,其保水保土的作用也越来越强(如 D 场降雨中,3 年生,5 年生和 8 年生核桃—苜蓿林产生的径流量和泥沙流失量依次分别为裸地的 42.70%,39.87%和 38.68%;27.30%,24.13%和 23.32%)

(3) 核桃林各处理中,因有核桃树对降雨的拦截以及地面苜蓿对径流的截持和对土壤的固结作用,核桃—苜蓿林产生的径流量和泥沙流失量最少,表现出了良好的水土保持效益。

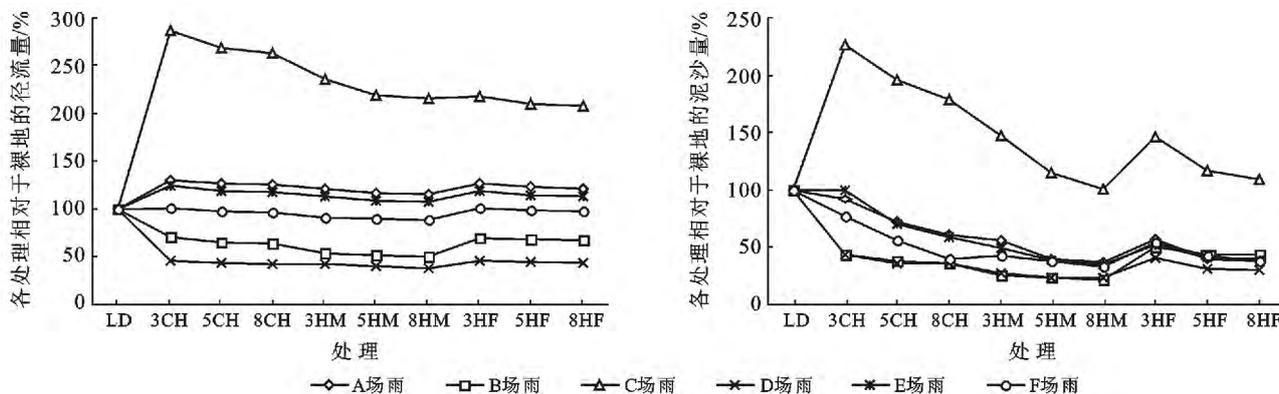


图 1 各场降雨核桃林各处理的径流量和泥沙流失量

总体来讲,在 A,B,C,D,E 和 F 这 6 场降雨中,常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林产生的径流量相对于裸地的百分比分别为:127.28%,117.70%和 123.34%(A 场降雨);66.46%,51.82%和 68.26%(B 场降雨);272.26%,222.85%和 211.46%(C 场降雨);44.24%,40.42%

和 44.80%(D 场降雨);120.39%,109.74%和 115.65%(E 场降雨);98.18%,89.94%和 98.93%(F 场降雨)。产生的泥沙流失量依次分别为裸地的:74.90%,44.27%和 45.10%(A 场降雨);39.30%,23.96%和 45.85%(B 场降雨);200.34%,121.15%和 124.20%(C 场降雨);38.71%,24.92%和 34.19%

(D场降雨);76.23%,41.24%和44.41%(E场降雨);57.40%,38.01%和44.74%(F场降雨)。在降雨量较小的A,C,E和F这4场降雨中,核桃林各处理产生相对于裸地的径流量和泥沙流失量随着降雨强度的增加而逐渐增大,在降雨量较大的B和D两场降雨中,其同样随着降雨强度的增加而逐渐增大。

2.2 不同核桃林的坡面径流系数特征

径流系数是同一流域面积、同一时段内径流量与降水量的比值,与径流量相比,径流系数是一个简单但综合反映流域内自然地理因素对降雨形成径流的影响的综合指标。图2为在各场降雨过程中,裸地、常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林各处理的径流系数变化。由图2可以看出:(1)在C场降雨中,降雨量少且降雨历时较长,降雨落到干旱的裸地地面有较长时间入渗,大部分降雨渗入到地下,因此裸地的径流系数小于常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林各处理(裸地、常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林的径流系数分别为0.11%,0.29%,0.24%和0.23%);在核桃林各处理中,核桃—生态放养(鸡)林的径流系数小于常规核桃林和核桃—苜蓿林,这与其良好的土壤质地有密切的关系。(2)在A,E和F这3场降雨中,常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林各处理之间以及与裸地之间径流系数的差异不大。在各核桃林处理中,核桃—苜蓿林的径流系数最小,另外随着核桃树树龄的增长,其径流系数也随着减少,表现出较好地保水能力。其中,在A和E两场降雨中,前期裸地的土壤较核桃林各处理干旱,降雨时雨水大部分入渗,因而其径流系数小于核桃林处理的径流系数。与降雨径流量变化相似,随着降雨强度的增加和降雨的进行,雨水在地面较硬实的裸地上逐渐来不及入渗就形成了径流,因此在F场降雨中裸地径流系数增加较快,最终近与核桃林相等(在F场降雨中,裸地、常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林的径流系数分别为0.25%,0.25%,0.23%和0.25%)。(3)在B和D两场降雨中,裸地的径流系数大于常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林各处理的径流系数,在降雨量大、降雨历时较长的D场雨中差异更明显(在B和D两场降雨中,裸地、常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林的径流系数依次分别为0.55%,0.37%,0.29%和0.38%;0.35%,0.16%,0.14%和0.16%)。核桃—苜蓿林在这两场降雨中仍表现出较好地保水效益,另外与常规核桃林和核桃—生态放养(鸡)

林相比,降雨量和降雨强度越大,其保水作用越是明显。

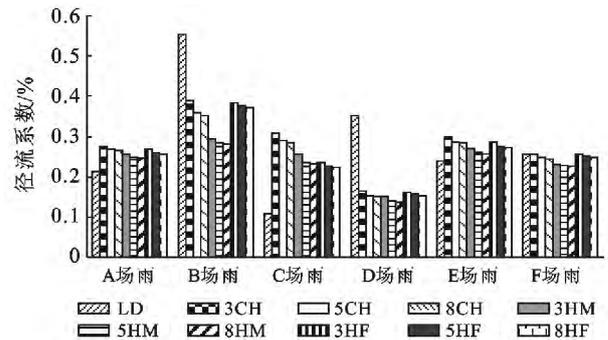


图2 各场降雨中裸地和核桃林各处理的径流系数变化

总体来讲,在A,B,C,D,E和F这6场降雨中,常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林产生的径流系数依次分别为裸地的:134.58%,124.44%和130.41%(A场降雨);66.76%,52.06%和68.57%(B场降雨);293.53%,240.26%和227.98%(C场降雨);44.48%,40.64%和45.04%(D场降雨);115.68%,105.44%和111.12%(E场降雨);99.64%,91.27%和100.40%(F场降雨)。在降雨量和降雨强度都小的降雨(C场降雨)情况下,常规核桃林的径流系数大于核桃—生态放养(鸡)林(径流系数分别为0.29%和0.23%),但在其他降雨情况下,二者的径流系数相差不大。在核桃林处理中,随着核桃树树龄的增长,其径流系数逐渐减小,逐渐表现出较强的保水作用,其中8年生核桃—苜蓿林在核桃林各处理中表现出了最强的保水效益。

2.3 不同核桃林的径流含沙量特征分析

径流含沙量是衡量水土流失的重要参数,在研究土壤侵蚀程度时,必须测定径流含沙量,为水土流失治理决策提供合理的科学依据,对土壤侵蚀研究和水土流失治理具有重要意义。图3为在各场降雨过程中,裸地、常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林各处理的径流含沙量变化情况。由图3可以看出:(1)在各场降雨过程中,一方面由于裸地缺乏乔灌木对降雨的截流以及对降雨雨滴冲击力的缓冲作用,致使降雨过程中发生的降雨溅蚀会较核桃林各处理严重,另一方面在裸地地面具有拦截水土流失的草本植物只是零星分布,盖度(<5%)小,其对地表径流中携带的泥沙的拦截作用不大,因此如果在裸地地面一旦产生地表径流,就会发生比较严重的泥沙流失。在观测的六场降雨中,不论降雨量和降雨强度大小,裸地产生的径流含沙量均大于其他各核桃林处理。(2)在核桃林各处理中,3年生常规核桃林在各

场降雨中的径流含沙量较大,这与其栽植时间短、核桃树树形枝干尚小,对降雨截流作用不大,另外很大部分外来客土还未转化为林地土壤,遇到降雨时松动的客土很容易随着地表径流而发生流失有关;核桃—生态放养(鸡)林虽然地面土壤疏松,径流入渗较快,但地表无草本覆盖,在降雨量或降雨强度较大的降雨中(B场降雨)其会发生比常规核桃林和核桃—苜蓿林更严重的溅蚀,随着地表径流就会有大量的泥沙随之流失;5年生和8年生常规核桃林在降雨量和降雨强度较小的降雨中,其径流含沙量与核桃—生态放养(鸡)林相差不大。(3)在核桃林各处理中,核桃—苜蓿林在每次降雨中的径流含沙量均小于其他各处理,并且随着树龄的增长其保土作用也随着增强(在B场降雨中,3年生、5年生和8年生核桃—苜蓿林的径流含沙量分别为6.60,6.24和5.93 kg/m³,平均为常规核桃林的78.25%,核桃—生态放养(鸡)林的68.87%)。

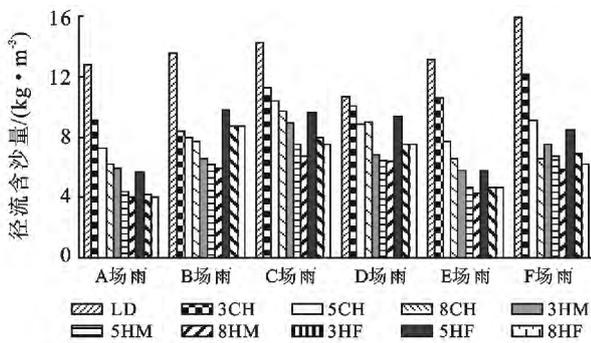


图 3 各场降雨中裸地和核桃林各处理的径流含沙量变化

总体来讲,在A,B,C,D,E和F这6场降雨中,常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林产生的径流含沙量依次分别为裸地的:58.57%,37.40%和36.36%(A场降雨);59.02%,46.18%和67.12%(B场降雨);73.45%,54.13%和58.64%(C场降雨);87.36%,61.61%和76.18%(D场降雨);63.02%,37.49%和38.33%(E场降雨);58.31%,42.31%和45.24%(F场降雨)。在各场降雨过程中,裸地的径流含沙量均大于核桃林各处理;核桃—生态放养(鸡)林在降雨量和降雨强度较小时,其径流含沙量与常规核桃林相差不大,当降雨量和降雨强度增大时,其径流含沙量会迅速增加;在核桃林各处理中,随着核桃树树龄的增长,其保土作用也逐渐提高,其中核桃—苜蓿林的径流含沙量最少,表现出较强的保土能力。

3 结论

(1) 不同核桃林处理具有不同的水土保持效果,

在降雨量少、降雨历时短的小型降雨(C场降雨)中,核桃林各处理产生的径流量和泥沙流失量较裸地多,径流系数较裸地大,而径流含沙量较裸地小。随着降雨量和降雨强度的增加,裸地和核桃林各处理产生的径流量和泥沙流失量也不断增加,其中裸地的增加速度最快,其次为核桃—生态放养(鸡)林,核桃—苜蓿林增加最慢(在B场降雨中,裸地产生的径流量和泥沙流失量分别为核桃—苜蓿林的192.95%和418.68%,核桃—生态放养(鸡)林分别为核桃—苜蓿林的131.70%和191.30%)。在降雨量较小时,核桃林各处理径流系数时有波动,但变化不大,裸地的径流系数随着降雨强度的增大而逐渐增加;在降雨量较大时,裸地的径流系数大于核桃林各处理,降雨强度增加时,裸地、常规核桃林和核桃—生态放养(鸡)林的径流系数增加较核桃—苜蓿林快。在各场降雨中裸地的径流含沙量均大于核桃林各处理,其中核桃—苜蓿林最小。

(2) 在常规核桃林、核桃—苜蓿林和核桃—生态放养(鸡)林3种核桃林栽植模式中,核桃—苜蓿林由于行间间种的苜蓿可以增加对降雨雨水的吸收和对径流中泥沙的有效拦截,因此其保水保土效果在各种处理中表现最优,径流系数在0.14%~0.30%之间,径流含沙量在4.04~8.95 kg/m³之间;降雨量和降雨强度较小时,核桃—生态放养(鸡)林保水和保土能力优于常规核桃林,反之,常规核桃林优于核桃—生态放养(鸡)林,但评价二者水土保持功能优劣的具体降雨量和降雨强度临界值还待于进一步研究。

(3) 在同一核桃林栽植模式中,随着核桃树树龄的增长,树形和枝干逐渐长大以及核桃树对林地土壤理化性质的逐渐改良,核桃林对降雨的截流作用、核桃树枝叶对降雨雨滴冲击力的缓冲作用、林地土壤对降雨的吸收作用不断增强,因此其保水保土作用也逐渐增强;在各场降雨中,5年生核桃林的径流系数和径流含沙量分别平均为3年生核桃林的95.90%和83.63%,8年生核桃林的径流系数和径流含沙量分别平均为3年生核桃林的94.54%和77.66%。

(4) 降雨过程中,坡面产流、产沙与核桃林不同的栽植模式以及树龄密切相关,核桃林适宜的栽植模式可以在增加经济效益的同时,还能提高降雨入渗能力,有效控制水土流失,在实际应用中,应针对不同地区的降雨特性、不同的地形条件进行合理选择。就试验区而言,在方便管理的前提下,建议在坡度<9°的林地采用核桃—生态放养栽植模式,在不易发生水土流失的基础上来提高核桃园的整体经济产出;在坡度>9°的林地尽量采用核桃—苜蓿栽植模式,在降雨量

和降雨强度较大时,在保证核桃林经济效益的同时可以有效地防止发生水土流失。另外对于土壤条件较差的部分常规核桃林,应及时改善其不良的立地条件,为核桃生长发育创造良好的土壤环境,在做好水土保持工作的同时(如修筑梯田、挖撩壕、鱼鳞坑等),还要进行土壤翻耕,扩大根系活动范围^[15]。由于观测年限所限,本试验无法全面地综合各类型降雨情况下不同核桃林的保水保土效果,仍需多年试验进行完善,以便得到更加精确的数据,做进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 李国志,郑世泽. 河北省邢台市山丘区水土流失情况分析与治理对策[J]. 水资源保护, 2009, 25(1): 14-19.
- [2] 乔光建. 区域水资源保护探索与实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [3] 张广军,赵晓光. 水土流失及荒漠化监测与评价[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
- [4] 李广智. 水土流失测验与调查[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
- [5] 姜国宏. 浅议富阳市方里村山核桃林水土保持工程的技术措施及效益分析[J]. 中国新技术新产品, 2011(18): 210-210.
- [6] 高嵩. 不同模式退耕还林地上径流和侵蚀研究[J]. 甘肃林业科技, 2009, 34(1): 48-50.
- [7] 刘霞,姚孝友,袁利,等. 鲁中山区不同水土保持生态修复措施对土壤侵蚀的影响[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(5): 27-31.
- [8] 陈晓安,蔡强国,张利超,等. 黄土丘陵沟壑区不同雨强下坡长对坡面土壤侵蚀的影响[J]. 土壤通报, 2011, 42(3): 721-725.
- [9] 成婧,吴发启,路培,等. 玉米苜蓿间作的蓄水保土效益试验研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(3): 54-57.
- [10] 鲍文,赖奕林. 湘中红壤丘陵区不同土地利用类型对土壤特性的影响[J]. 中国水土保持, 2011(10): 47-50.
- [11] 徐燕,龙健. 贵州喀斯特山区土壤物理性质对土壤侵蚀的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 157-159.
- [12] Luarcet R. Plant Species diversity and polyploidy in islands of natural vegetation isolated in extensive cultivated lands[J]. Biodiversity and Conservation, 1997, 6(4): 591-613.
- [13] 刘建宁,高洪文,王运琦,等. 山西太旧高速公路边坡绿化种草技术研究[J]. 中国草地, 1999(6): 23-26.
- [14] 缙锋利,郝永旺. 浅议草被植物在水土保持中的作用[J]. 甘肃农业科技, 2011(8): 40-43.
- [15] 郝殿应. 柳林县低产核桃树改造技术[J]. 山西林业, 2007(2): 26-27.

(上接第 305 页)

(3) 阳坡沙冬青年龄结构为稳定型,半阳坡沙冬青年龄结构为稳定型,半阴坡沙冬青年龄结构为增长型,山脊处沙冬青年龄结构为稳定型。

(4) 不同坡向沙冬青分布格局不同,阳坡、半阳坡和半阴坡的沙冬青种群为集群分布,山脊处的沙冬青种群为均匀分布。格局规模分别为:阳坡为 $4\text{ m} \times 8\text{ m}$,半阳坡为 $4\text{ m} \times 4\text{ m}$,半阴坡为 $8\text{ m} \times 8\text{ m}$,山脊为 $4\text{ m} \times 8\text{ m}$ 。

[参 考 文 献]

- [1] 周宜君,贾晓红. 沙冬青抗旱、抗寒机理的研究进展[J]. 中国沙漠, 2001, 21(3): 312-316.
- [2] 刘果厚. 阿拉善荒漠特有植物沙冬青濒危原因的研究[J]. 植物研究, 1998, 18(3): 341-345.
- [3] 张涛,蒋志荣. 沙冬青引种栽培的试验研究[J]. 中国沙漠, 1987, 7(3): 41-47.
- [4] 刘家琼,丘明新. 我国荒漠特有的常绿植物:沙冬青的生态生理及解剖学特征[J]. 植物学报, 1982, 24(6): 568-574.
- [5] 蒋志荣,金芳. 沙冬青生根组织培养的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 1997, 32(3): 244-246.
- [6] 江勇,魏令波. 分离和鉴定沙冬青抗冻蛋白质[J]. 植物学报:英文版, 1999, 41(9): 967-971.
- [7] 李文瑞,冯金朝. 沙冬青几种光合特性的季节性变化的研究[J]. 植物学报:英文版, 1999, 41(2): 190-193.
- [8] 刘家琼,邱明新. 沙冬青植物群落研究[J]. 中国沙漠, 1995, 15(2): 109-115.
- [9] 张进虎,廖空太,张亮霞. 石质山坡沙冬青群落及其土壤特征[J]. 中国农学通报, 2010, 26(12): 306-310.
- [10] 刘虎俊,尉秋实,王继和. 甘肃北碚山沙冬青种群的空间分布格局[J]. 干旱区研究, 2009(6): 865-871.
- [11] 尉秋实,王继和,李昌龙,等. 不同生境条件下沙冬青种群分布格局与特征的初步研究[J]. 植物生态学报, 2006, 29(4): 591-598.
- [12] 靳虎甲,王继和,马全林. 乌兰布和沙漠沙冬青种群结构和空间分布[J]. 西北植物学报, 2010, 30(11): 2300-2306.
- [13] 李海涛. 植物种群分布格局研究概况[J]. 植物学通报, 1995, 12(2): 19-26.
- [14] 付必谦. 生态学实验原理[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 91-98.
- [15] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 264-276.