

红壤坡地不同果园套种模式水土保持效果研究

张华明^{1,3}, 王昭艳², 杨洁¹, 左长清², 谢颂华¹, 喻荣岗¹

(1. 江西省水土保持科学研究所, 南昌 330029; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100048; 3. 江西农业大学, 南昌 330045)

摘 要:果树种植是红壤丘陵区坡地利用的主要模式,传统的清耕与粗放经营,导致果园水土流失严重。为探讨坡地综合开发治理的模式与解决的途径,选择适宜的果园套种措施,通过 5 a 的野外定位观测试验,研究了 8 种不同果园套种模式的水土保持效果差异。结果表明:不同套种模式具有很好的蓄水减沙效应,不同草类套种、不同耕作方式蓄水减沙效益不同;与果园清耕相比,套种草类蓄水减沙效应明显高于套种农作物,套种草类覆盖达 80 % 以上时,其减流减沙效率可达 92 % 以上,横坡耕作套种农作物模式的减流减沙效应比顺坡耕作套种模式高 20 % 以上。

关键词:红壤坡地; 水土保持; 果园; 套种模式

中图分类号:S157;S66-33

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)03-0140-04

Study on Soil and Water Conservation Effect under Different Inter-cropping for Orchards on Red Soil Slope Land

ZHANG Hua-ming^{1,3}, WANG Zhao-yan², YANG Jie¹,
ZUO Chang-qing², XIE Song-hua¹, YU Rong-gang¹

(1. Jiangxi Provincial Research Institute of Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, China;

2. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China; 3. Jiangxi

Agriculture University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Planting orchard is the main land utilization pattern in red soil of southern hilly slope. However, the traditional and extensive cultivation resulted in serious soil erosion. In order to choose the synthetic developing pattern and prevent soil erosion, in this paper, through the five years field observation, the difference among eight intercropping patterns in conserving soil and water were studied. The results showed that, different intercropping pattern, different grass and tillage in the pattern have different effect of controlling soil erosion and conserving water; Compared to the single orchard, Inter-cropping Bahia grass over the orchards have the best benefits in preventing soil erosion. The function of intercropping grasses was obviously better than that of intercropping crop in soil and water conservation. While coverage of grasses reached more than 80 %, runoff and sediment could be decreased by 92 %. Moreover, the effects on runoff and sediment reduction of horizontal intercropping were higher than 20 % above the down slope farming.

Key words: red soil slope-land; soil and water conservation; orchards; inter-cropping system

红壤广泛分布在我国热带与亚热带季风气候区,遍及南方 14 省(区),总面积 218 万 km², 占我国国土面积的 22.7 %^[1-2]。由于自然条件和社会经济等因素,南方红壤丘陵区坡地水土流失严重,是该区域产沙、产流的主要策源地。充分合理地利用坡地资源是该区域农业发展的重要途径^[3],也是水土保持

的重点。

作为坡地农业发展过程中主要模式的果树种植,不仅是治理水土流失,保护和改善生态环境的一种措施;而且是调整农业产业结构,提高农民收入和生活水平的主导产业之一。但是,由于传统清耕和粗放的果园土壤管理模式,使果园水土流失严重,生态环境

* 收稿日期:2010-04-02

基金项目:水利公益性行业科研专项经费项目(200801066,200901047,200901049)

作者简介:张华明(1978-),男,江西井冈山人,工程师,主要从事水土保持研究和水土保持方案编制。E-mail:10145037@qq.com

通信作者:杨洁(1958-),女,博士,教授级高工,长期从事水土保持生态环境和植物分子生物学研究。E-mail:zljy@126.com

恶化。据统计,开发的坡地果园中,近 70 %的面积存在不同程度的水土流失^[4]。这导致果园经济效益低下,果树产量低且不稳,直接影响坡地利用的成果与效益。通过 5 a 的野外定位观测试验,研究不同套种模式的水土保持效果,以期选择适宜的果园套种措施,探讨综合开发治理的模式与解决的途径,为提高土壤质量,解决农业生产与环境问题提供参考。将对于保护山地果园水土保持产业化开发成果,实现山地资源、环境与经济可持续协调发展具有重要意义。

1 研究区概况

试验区位于江西省北部德安县境内的江西水土保持科技园内。江西水土保持科技园地理位置东经 115°23′ - 115°53′,北纬 29°10′ - 29°35′,属亚热带湿润季风气候区,多年平均降雨量 1 350.9 mm,无霜期 249 d,年蒸发量为 1 400 ~ 1 800 mm;地貌类型以浅丘岗地为主,地势西北高、东南低,地形起伏,高差较小,海拔高度一般为 30 ~ 90 m;土壤为第四纪红土发育的红壤,土层平均深 60 ~ 100 cm;地带性植被属亚热带常绿阔叶林,现状植被主要是天然次生、半

次生和人工林,主要树种有杉木、湿地松、杜鹃、继木、金樱子等;主要草本植物有芭茅、狗尾草等。

2 研究方法

2.1 坡面径流小区布置

试验区地面坡度为 12°,坡向西偏北,土壤为第四纪红土发育的红壤。共设置 9 个处理小区,其水平投影长度为 20 m,宽度为 5 m,面积各为 100 m²,集水槽、集水池(收集径流)位于径流场下方挡水墙处。每个小区内均种植柑橘 12 株,栽植密度均为 2.5 m × 3.0 m,套种模式具体布设见表 1。

2.2 径流小区产流产沙观测

测定每场降雨的产流产沙量。每次降水后,量取径流小区集水池中的水沙总量,然后将集水池中的水沙搅拌均匀,用量筒取 500 ml 水样,静置过滤,烘干称重,测定泥沙含量,含沙量与水的体积乘积则为产沙量^[5-6]。降雨过程通过自记雨量计测定。

2.3 统计分析

单因子方差分析和多重比较等统计分析过程均在 SPSS 软件完成。

表 1 不同套种模式标准径流小区试验设计

处理号	套种模式
	全园套种百喜草,植被覆盖度 100 %
	带状套种百喜草,带宽 1.0 m,带状间隔 1.10 m,最大植被覆盖度 80 %
	带状百喜草,间作农作物,每年 4 月中旬至 8 月中旬为黄豆,8 月中旬至次年 3 月中旬为萝卜,植被覆盖度保持在 95 % 以上
	全园套种阔叶雀稗草,植被覆盖度 100 %
	全园套种狗牙根,植被覆盖度 100 %
	带状套种狗牙根,带宽 1.0 m,带状间隔 1.10 m,最大植被覆盖度 80 %
	横坡套种黄豆和萝卜,每年 4 月中旬至 8 月中旬为黄豆,8 月中旬至次年 3 月中旬为萝卜,植被覆盖度 60 %
	纵坡套种黄豆和萝卜,每年 4 月中旬至 8 月中旬为黄豆,8 月中旬至次年 3 月中旬为萝卜,植被覆盖度 60 %
	对照区,为桔园净耕区,及时清除地面杂草,植被覆盖度 20 %

3 结果分析

3.1 降雨量特征分析

观测期间(2001 年 1 月 - 2005 年 12 月)共降雨 735 场次,历时 4 885.8 h,降雨总量 7 259.1 mm,平均雨强 1.486 mm/h,降雨量统计资料详见表 2。由表 2 可知,研究区雨水资源丰富,年际间降雨量分配

不均,有丰水和枯水年之分;从降雨量来看,2002 年最多,占了总降雨量的 24.91 %,而 2001 年的降雨量最少,只占了总降雨量的 16.04 %;从降雨历时来看,2002 年最长,1 187.6 h,2003 年的降雨历时最短,只有 828.0 h;从平均雨强来看,2001 年平均雨强最小 1.141 mm/h,2003 年平均雨强最大,为 1.731 mm/h。

表 2 降雨量统计资料

年份	降雨场次/次	比例/ %	雨量/mm	比例/ %	历时/h	比例/ %	平均雨强/(mm · h ⁻¹)
2001	117	15.92	1164.3	16.04	1020.8	20.89	1.141
2002	154	20.95	1808.5	24.91	1187.6	24.31	1.523
3003	150	20.41	1433.0	19.74	828.0	16.95	1.731
2004	146	19.86	1302.4	17.94	845.6	17.31	1.540
2005	168	22.86	1550.9	21.36	1003.8	20.55	1.545
合计	735	100	7259.1	100	4885.8	100	1.486

表 3 各处理小区径流量年度分配

m³

小区									
2001	1.60	1.01	2.42	2.38	2.09	2.41	5.88	6.22	21.60
2002	3.21	3.51	4.54	6.75	3.65	3.99	20.74	48.32	68.20
2003	1.14	1.36	2.45	3.79	1.96	2.89	3.95	4.67	34.36
2004	0.34	1.12	1.61	1.46	1.40	2.11	28.43	27.4	37.06
2005	0.91	1.12	1.85	0.58	1.49	2.17	5.04	18.32	43.41
合计	7.20	8.12	12.88	14.96	10.60	13.57	64.05	104.94	204.62
平均	1.44	1.62	2.58	2.99	2.12	2.71	12.81	20.99	40.92

3.2 不同果园套种模式产流特征分析

实测 2001 年 1 月 1 日至 2005 年 12 月 31 日各处理小区地表径流,各小区产流次数为 190 次。对 9 个径流小区的观测结果进行分析,详见表 3。

由表 3 可以看出,果园清耕区的产流量最大,其径流量年均达到了 40.92 m³,全园套种百喜草产流量最小,为 1.44 m³;各处理小区的年均径流量从大到小的排序为: > > > > > > > >,果园各种套种模式都能显著地减少地表径流量,果园套种草类的蓄水减流效果更好,全园套种百喜草的减流效果最好; 号桔园清耕小区的年均产流量是各个套种草类小区的年均产流量的 10 倍以上;套种相同的草类,不同的套种方式,产流量也不一样,带状套种模式产流量比全园套种的高(如 号与 号, 号与 号); 号、号、号小区,都是全园套种草类,但因草类的品种不同,产流量也不同,

说明减流效果百喜草>狗牙根>阔叶雀稗草; 和 号小区,同样是套种百喜草,但是套种方式不一样,产流量也不同,因为带状套种植被覆盖度低于全园套种,产流量也略高; 号和 号小区都是带状套种百喜草,但是由于 号小区间作农作物,虽然植被覆盖度(95%)高于 号小区(80%),但产流量明显高于 号小区,究其原因,主要是由于播种初期,地表未被覆盖,以及农作物耕种扰动地表等因素导致产流量增加; 号、号小区均为柑橘间种农作物,但因耕作方式不同,产流量也不同, 号小区(顺坡耕作)总径流量是 号小区(横坡耕作)的 1.6 倍多,这是因为横坡耕作降低了坡长,降低了地表水流流速。

3.3 不同果园套种模式产沙特征分析

对 2001 - 2005 年各小区产沙观测分析结果,详见表 4。

表 4 各处理小区产沙量年度分配

kg

年份									
2001	0.90	0.98	1.42	5.44	2.37	3.71	14.82	15.60	828.46
2002	1.29	1.08	1.10	5.25	2.36	2.16	295.27	719.04	658.09
2003	0.56	0.47	0.61	2.37	0.55	1.06	16.73	20.69	228.35
2004	0.22	0.52	0.53	1.28	0.56	3.51	312.83	367.36	248.12
2005	0.42	0.53	0.69	0.62	0.71	0.74	4.74	34.38	90.57
合计	3.39	3.57	4.35	14.96	6.56	11.18	644.39	1157.07	2053.59
平均	0.68	0.71	0.87	2.99	1.31	2.24	128.88	231.41	410.72

从表 4 可知:5 a 中,果园清耕对照小区产生的泥沙量高达 2 053.59 kg,其他各小区产沙量由大到小排序为 > > > > > > > >,说明果园各种套种模式均有显著的保土减沙作用,果园套种草类的效果明显好于套种农作物,其中尤以果园套种百喜草的效果最佳。全园套种草本的(百喜草)、(阔叶雀稗草)和(狗牙根)号小区,在同样的自然条件下,产沙量不同,说明从减沙效果来看,百喜草>狗牙根>阔叶雀稗草; 号和 号小区,因套种方式不同、植被覆盖度不同,而导致产沙量不一样,说明近地面植被覆盖度越高减沙效果越好; 号小区因为在草本植物中还套种了农作物,尽管覆盖度高于同样是带状套种百喜草的 号小区,

但是产沙量明显高;即使套种的农作物一样,但因耕作方式不同,减沙效果也不同, 号小区的减沙效果比 号小区好,表明相同的植被覆盖度下,横坡耕作比顺坡耕作更能有效地防止土壤侵蚀。

3.4 不同套种模式水土保持效果分析

3.4.1 蓄水减流效果分析 以果园清耕为对照,分析不同套种模式蓄水减流效果,结果见图 1。由图 1 可知,各种套种模式都具有不同程度的减流效益,减流效果依次为 > > > > > > > >,其中,以果园套种百喜草的减流效果最佳,达到 96.48%,果园纵坡套种萝卜和黄豆的减流效果最差,48.70%。

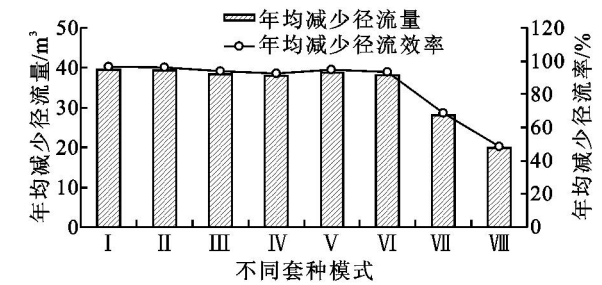


图 1 不同套种模式减流效果

对各小区的月平均径流量做单因子方差分析,并做最小显著差法(LSD.)的多重比较分析。结果表明:采取套种模式的各小区的蓄水减流效应与柑橘清耕区存在显著差异性,说明各种套种模式均能不同程度地减少水分流失;不同套种品种草类的径流系数差异显著,其中以柑橘+百喜草的减流效应最好;但由于顺坡耕作形成垄沟的导流作用,使顺坡耕作小区的径流量比横坡耕作小区大;果园套种农作物小区(、)的保水能力远低于柑橘+草类覆盖小区。

3.4.2 保土减沙效果分析 以果园清耕的第号处理小区的产沙量为对照,分析不同套种模式小区的减沙效果,结果见图2。

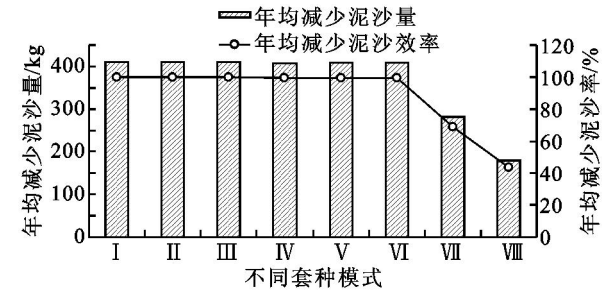


图 2 不同套种模式减沙效果

从图2可以看出,各种套种模式均有不同程度的减沙效益,减沙效果依次为>>>>>>,套种草类模式的减沙效果显著高于套种农作物的模式,不管是全园套种还是带状套种百喜草、阔叶雀稗草和狗牙根,其减沙效率都在99%以上,其中以全园套种百喜草的减沙效果最好,达99.83%,而纵坡套种黄豆和萝卜的减沙效果最差,只有43.66%。

对各小区平均产沙量方差分析,并采用最小显著差法进行多重比较,结果表明:套种草类和套种农作物减沙效应存在显著的差异性,说明套种模式具有不同程度的减沙效应;纵坡套种萝卜和黄豆的产沙量较大是因为:一是萝卜和黄豆耕种形成的顺坡垄沟为雨水汇流创造了条件,增加了地表径流量和流速,加大了侵蚀动能,二是小区内萝卜和黄豆的种植与管理使土壤结构相对疏松,抗侵蚀能力弱;不同品种草类的产沙量差异显著,其中以柑橘套种百喜草和柑橘套种狗牙根草的保土减沙效应最好。

4 结论

(1)从各个小区来看,不同套种模式均具有很好的蓄水减沙效应,套种草类和套种农作物蓄水减沙效应差异显著,套种不同的草类、不同耕作方式蓄水减沙效益也不同。

(2)就减流减沙效应来看,全园套种方式明显好于带状套种方式,套种不同草本植物,效应不同,百喜草>狗牙根>阔叶雀稗草;套种草类覆盖达80%以上时,其减流减沙效率可达92%以上。

(3)顺坡套种农作物有一定的减流减沙效应,但横坡套种农作物的减流减沙效应比顺坡套种农作物模式高20%以上。因此,在红壤丘陵区果园开发中,宜加大横坡套种。

参考文献:

[1] 杨艳生. 第四纪红粘土侵蚀区生物多样性恢复重建研究: .恢复重建关键技术与可持续发展[J]. 水土保持研究,1998,5(2):82-86.

[2] 庞爱权. 红壤丘陵区农业资源开发模式研究[J]. 自然资源,1997(4):15-20.

[3] 赵其国,骆永明. 开展我国东南沿海经济快速发展地区资源与环境质量问题研究建议[J]. 土壤,2000(4):169-172.

[4] 查轩,黄少燕. 南方山地果园开发中的水土保持问题[J]. 水土保持研究,1999,6(2):36-39.

[5] 向治安. 水文测验[M]. 北京:水利电力出版社,1985.

[6] 马雪华. 森林水文学[M]. 北京:中国林业出版社,1993.