

坡地不同水保措施下的平衡施肥研究



朱青女士

朱青 尹迪信 陈正刚 唐华斌 李玉荣
贵州省农业科学院土壤肥料研究所 贵阳 550006

坡地，特别是坡度大的旱坡地，严重的土壤侵蚀和不合理施肥与耕作栽培措施导致土地退化，被认为是不适合农业生产利用的土地。这样的旱坡地在世界的许多地区，尤其是中国，占有很大的面积。随着人口的不断增加，平台耕地越来越短缺，迫使人们不得不向坡地开荒种粮，其结果是加剧了坡地的水、土、养分流失，作物产量也无法提升，给生活在这一地区的人民带来了巨大的生存压力。针对这一问题，通过加拿大钾磷研究所资助，开展了坡地不同水保措施下的平衡施肥效应研究。经由三种模式的水保措施配合平衡施肥，与传统的农民习惯种植方式，以及单一的坡耕地平衡施肥措施作对照，探明坡耕地农业可持续发展的新途径。其研究表明：采用经济植物篱横坡种植，可明显地防止坡地的水土流失，与传统的农民习惯种植方式相比，可减少土壤侵蚀流失 53.6%~65.6%，减少地表径流 40.4%~43.8%。经济植物篱配合平衡施肥及合理密植，可极有效地提高坡耕地的玉米产量，增产可达 31.9%~35.2%，从而增加农民收入，对维护坡耕地的可持续利用起到了极大的促进作用。

1 试验材料与方法

1.1 试验地点和供试土壤

田间试验在贵州省罗甸县兴隆乡实施。试验地的坡度为 11.3°~24.3°，平均海拔 630m，供试土壤为酸性黄泥土，土壤质地为粉砂质粘土（重复 1），壤质粘土（重复 2, 3, 4），土壤的基本农化性状如表 1。

表 1 供试土壤养分含量状况

土壤	全量 (%)			速效量 (mg/kg)			缓效钾 (mg/kg)	有机质 (%)	pH
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K			
1	0.12	0.10	2.43	70.3	12.24	54.34	266	1.44	5.1
2	0.14	0.11	2.25	68.2	3.09	72.15	231	1.68	5.1
3	0.13	0.11	2.26	98.2	5.14	72.41	244	1.79	4.8
4	0.13	0.11	1.96	98.2	5.14	61.70	232	1.79	4.8

1.2 供试作物

供试作物品种为黔原3号玉米，2000年4月直播，密度为2400株~3000株/亩，植物篱作物为金荞麦+李子树；黄花+花椒树。种植密度：金荞麦20×20cm，李子树550×200cm，黄花20×20cm，花椒树550×100cm，植物篱间宽为5米（见表2）。

表2 试区各处理种植情况

处理	作物	播期(月)	收获期(月)	行距(cm)	株距(cm)
1	玉米	4	8	50或100	35
	金荞麦	3	5-6	20	20
	李子树	3		550	200
2	玉米	4	8	50或100	35
	黄花	3		20	20
	花椒树	3		550	100
3	玉米	4	8	50或100	35
4	玉米	4	8	75	75
5	玉米	4	8	50或100	35

1.3 田间试验材料

田间试验设5个处理，4次重复。处理1：玉米+植物篱1（金荞麦+李子树）+平衡施肥，处理2：玉米+植物篱2（黄花+花椒树）+平衡施肥，处理3：玉米+工程梯化+平衡施肥，处理4：玉米+农民习惯种植，处理5：玉米+平衡施肥。平衡施肥配比为：每亩施用有机肥1200公斤，N18公斤，P₂O₅7公斤，K₂O7公斤，Ca(OH)₂130公斤，ZnSO₄0.4公斤。农民习惯施肥为：每亩施用有机肥1200公斤，N18公斤，P₂O₅7公斤。

2 结果与讨论

2.1 水土保持效果

经过整个雨季对各处理的水土流失的观察测定，其结果表明，试验区坡耕地上的水土流失与降水量有着密切的正相关关系。如6月的月降水为整个雨季（4—9月）总降水量的61.3%，其坡耕地上的地表径流量



照片：贵州植物篱试验录像，由左至右为朱青女士，陈正刚先生，李玉荣先生（涂仕华提供）

同月就占整个雨季总径流量的 71.3%~76.9%，而土壤流失量占 74.6%~89%（见表 3）。各处理的径流量和土壤侵蚀量对比表明，由于农民习惯种植模式是从坡顶顺坡而下的点播种植方式，正好与地表径流的流向一致，因此，其地表径流和土壤侵蚀量达到最高。

表 3 试验区水土流失量测定结果分析，地表径流(公斤/亩)

处理 月份	1	2	3	4	5	降水量 (mm)
4	326	310	406	1505	394	15.0
5	19925	20609	24052	44041	32116	104.6
6	89662	96858	102147	150542	11824	428.0
7	1500	1450	1850	2400	1900	29.6
8	5950	5600	7500	10800	9200	100.9
9	1350	1200	1550	1850	1900	20.5
合计	118713	126027	137505	211138	163758	698.6
6月占总量(%)	75.5	76.9	74.3	71.3	72.2	61.3
与处理 4 相比 (%)	43.8	40.3	34.9		22.4	

土壤侵蚀量(公斤/亩)

处理 月份	1	2	3	4	5	降水量 (mm)
4	5	6	6	10	7	15.0
5	253	407	357	1723	740	104.6
6	2087	2752	2168	5089	2820	428.0
7	0	0	0	0	0	29.6
8	0	0	0	0	0	100.9
9	0	0	0	0	0	20.5
合计	2345	3165	2531	6822	3567	698.6
6月占总量(%)	89.0	87.0	85.7	74.6	79.1	61.3
与处理 4 相比 (%)	65.6	53.6	62.9		47.7	

平衡施肥处理，由于玉米是横坡种植，加上合理的施肥，作物生长正常，起到了一定的拦截地表径流和防止土壤流失的作用，与农民习惯相比，可减少地表径流 22.4%，减少土壤流失 47.7%。

工程梯化处理, 通过工程措施把坡地改造为梯土, 使得地表平整。该措施可大大地减缓地表径流的速度, 增大地表水在土壤表面上的滞留时间, 从而减少地表径流和土壤流失, 与农民习惯处理相比, 可减少地表径流 34.87%, 土壤流失 62.9%。

植物篱种植处理, 由于作物采取横坡种植方式, 同时每隔 5 米处, 横坡种植了一排栅篱作物, 起到了极好的拦截地表径流和土壤侵蚀的效果, 与农民习惯处理相比, 植物篱种植处理 2 减少地表径流 40.3%, 土壤侵蚀量的 53.6%, 植物篱种植处理 1 可减少地表径流 43.8%, 土壤侵蚀量 65.6%。

统计分析的结果表明, 任何一种种植模式与农民习惯种植方式相比都明显减少地表径流和土壤侵蚀 (见表 4)。

表 4 试区各处理水土流失统计分析结果, 单位: 公斤/小区

处理	径流量		土壤侵蚀量	
1	11973	a*	234.5	a
2	12781	a	253.1	a
3	13892	ab	316.6	a
5	16535	b	356.8	a
4	21114	c	682.2	b

* - 字母相同时, 表示处理间结果分析在 P=0.05 的置信度范围内差异不显著 (LSD_{0.05})

2.2 作物增产效果

玉米产量的结果表明, 在土壤肥力不高的坡耕地上采用平衡施肥措施, 可取得很好的增产效果, 与农民习惯施肥方式相比, 可极明显地增加玉米产量, 达 35.6%。尽管植物篱作物占据了一定的耕地, 减少了玉米的播种面积, 但从玉米产量来看, 它并没有明显地影响玉米的产量。与农民习惯种植方式下玉米产量相比, 反而能明显的提高玉米产量。

植物篱种植处理 2 可增产 34.9%, 植物篱种植处理 1 可增产 35.2% (表 5), 工程梯化处理, 虽然有明显的水土保持效果, 但由于在平整土地的过程中, 上挖下垫, 造成土层打乱, 土壤肥力不均, 作物生长受影响, 与农民习惯处理相比, 玉米产量差异不明显。

表 5 试区玉米产量分析, 单位: 公斤/亩

重复处理	1	2	3	4	平均	与对照相比 %
1	307	325	330	332	323.5	35.2
2	321	319	315	336	322.8	34.9
3	280	304	249	228	265.3	10.9
4	167	256	301	233	239.3	
5	335	344	300	319	324.6	35.6

2.3 玉米植株性状

在低等肥力的坡耕地上，平衡施肥对满足作物生长的养分需求，促进作物的营养生长，尤其显得重要。表 6 显示，无论是玉米的株高、茎粗、叶片数、穗位高、地上部分的秸秆重，平衡施肥措施与农民习惯相比，都有一定数量的增加。同样，采取了平衡施肥加上水保措施的第一、第二、第三处理，虽然各自对玉米植株的性状影响不同，但与农民习惯处理相比，都有一定的增加。

表 6 试区玉米生长性状测定结果

处理	1	2	3	4	5
株高(cm)	249	252	235	216	251
茎粗(cm)	2.22	2.21	2.07	1.87	2.05
叶片数(片)	14.8	15.4	14.8	12.9	14.9
穗位高(cm)	104	104	100	83	108
秸秆重(kg/亩)	338	405	300	250	378

3 结论

通过一年来的试验结果初步得出以下结论:

降水是引起坡耕地上水土流失的重要因素，因此，在降水集中的月份，尤其要重视采取经济植物篱等拦截、阻挡水土流失，同时，要重视促进作物生长增大地表覆盖度，来达到有效地防止水土流的目的。

在土壤肥力低下的旱坡耕地上，采取经济植物篱和工程梯化等水土保持技术结合平衡施肥措施，可明显地减少水土流失，其减少地表径流作用从大到小顺序排列为：金荞麦+李子树+平衡施肥>黄花+花椒树+平衡施肥>工程梯化+平衡施肥>平衡施肥>农民习惯。其减少土壤侵蚀作用大小排列为：金荞麦+李子树+平衡施肥>工程梯化+平衡施肥>黄花+花椒树+平衡施肥>平衡施肥>农民习惯。

坡耕地农业的可持续发展，必须采取防止水土流失，平衡施肥，调整产业结构，增加作物产量的道路。试验结果初步表明，经济植物篱配合平衡施肥可维护坡耕地的可持续利用。