

# 坡耕地甜玉米地膜覆盖间作模式水土保持效应

安瞳昕, 贺佳, 杨友琼, 韩学坤, 周锋, 吴伯志

(云南农业大学 农学与生物技术学院, 云南 昆明 650201)

**摘要:** 针对云南省山地种植措施不合理, 水土资源流失严重的现状, 进行了甜玉米间作草带和辣椒的水土保持效应研究。结果表明, 在降雨集中的 6, 7, 8 这 3 个月, 间作处理的径流量比单作处理的径流量平均减少了 29.08%, 侵蚀量平均减少了 52.36%。B 处理(甜玉米盖膜+牧草)的总径流量比 D 处理(辣椒单作)减少了 85.05%, B 处理的总侵蚀量比 C(甜玉米盖膜单作), D 处理分别减少了 62.58%, 63.34%。在极高雨强下, B 处理的径流量比 D 处理减少了 75.29%, B 处理的侵蚀量比 C, D 处理的分别减少了 81.36%, 98.34%。可见, 甜玉米间作牧草草带是一种持续利用和保护山地水土资源的有效措施。

**关键词:** 甜玉米; 辣椒; 草带; 间作; 水土保持

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)01-0031-03

中图分类号: S157.1, S151.9

## Benefits of Soil and Water Conservation by Sweet Maize Intercropped with Different Mulches on Sloping Land

AN Tong-xin, HE Jia, YANG You-qiong, HAN Xue-kun, ZHOU Feng, WU Bo-zhi

(Faculty of Agronomy and Biotechnology, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China)

**Abstract:** To examine unreasonable plantation and severe soil and water and soil loss on sloping land in Yunnan Province, a research was conducted on the benefits of soil and water conservation under sweet maize intercropped with green pepper and grass strip. In June, July and August, runoff under intercropping treatment decreased by 29.08% and soil erosion, by 52.36%, as compared with sole cropping; total runoff for the treatment B(sweet maize+grass) decreased by 85.05% as compared with the treatment D(green pepper mono-cropping), and total soil erosion, by 62.58% and 63.34%, respectively, as compared with the treatments C(sweet maize mono-cropping) and D; and during rainfall of the highest intensity, runoff for the treatment B decreased by 75.29% as compared with the treatment D and soil erosion decreased by 81.36% and 98.34%, respectively, as compared with treatment C and D. The result shows that sweet corn intercropped with grass strip is an effective measure for sustainable use and protection of soil and water resources in a mountainous area.

**Keywords:** sweet maize; green pepper; grass strip; intercropping; soil and water conservation

云南地处低纬高原, 地理位置特殊, 自然条件复杂, 山地面积占到全省总面积的 93.8%。由于长期高强度开发和不合理利用, 云南省水土流失十分严重。据 2004 年遥感调查, 全省有水土流失面积  $1.34 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 占全省国土面积的 35%, 年流失土壤  $5.00 \times 10^8 \text{ t}$  多, 坡耕地造成的水土流失总量最大, 是江河泥沙的主要来源。多雨季节水量增大, 增加地表径流, 带走大量泥沙, 造成河床淤塞。水体中含沙量随着洪水的发生次数和洪水量的增加而增加, 同时, 流失的土壤中又含有大量的有机质及残留的农

药、肥料等物质, 使水体的污染面积进一步加大。水土流失越严重, 进入水体的污染物就越多, 水污染就越严重, 从而造成水体的稀释自净能力下降, 水环境容量减少, 水污染速度加快, 恶化了生态环境<sup>[1]</sup>。研究表明, 林粮间作<sup>[2-3]</sup>、粮菜间作和粮草间作等不同间作方式均能有效地减少土壤侵蚀, 保持土地资源, 减少养分流失, 提高作物产量<sup>[4-5]</sup>。

本试验针对云南特殊的地形和农业特点, 研究坡耕地甜玉米间作种植方式的水土保持效应, 为保护河流源区生态环境, 改善河流水体质量提供理论依据,

收稿日期: 2013-04-02

修回日期: 2013-04-23

资助项目: 云南省自然科学基金项目“玉米间作草带对坡耕地水土流失及农业持续发展的影响”(2003C0057Q); 国家科技支撑计划项目“主要粮食作物抗旱栽培关键技术研究及示范”(2009ZX07102)

作者简介: 安瞳昕(1974—), 男(汉族), 陕西省西安市人, 博士, 副教授。主要从事山地农业水土保持与可持续发展研究。E-mail: tongxinan2012@163.com。

通信作者: 吴伯志(1950—), 男(汉族), 云南省玉溪市人, 博士, 教授, 研究方向为可持续农业种植研究。E-mail: bozhiwu@outlook.com。

同时为增加农民收入,实现坡耕地蔬菜的安全生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于云南省昆明市云南农业大学教学实验农场,海拔 1 930 m,地理坐标为 25°18'N,102°45'E,试验在 10°的坡耕地上进行,供试土壤为酸性红壤。

### 1.2 试验设计

试验设 4 个处理,采用完全随机区组设计,3 次重复,共 12 个小区,小区面积 3 m×10 m。等高线种植。试验处理分别为:

A:甜玉米盖膜+辣椒;B:甜玉米盖膜+牧草;C:甜玉米盖膜单作;D:辣椒单作。

### 1.3 供试作物品种

甜玉米品种为甜糯 888,辣椒品种为通海本地细辣椒,牧草为非洲狗尾草与白三叶混播。

### 1.4 指标测定

(1) 降雨等气象指标。试验地旁建一小型气象观测站(美国造 Davis Vantage Pro 2 型无线自动气象站)。

(2) 径流量。每次降雨产生径流后,塑料桶收集径流量。

(3) 侵蚀量。把径流搅匀后从径流桶中取水样 250 ml,装于玻璃瓶中,在实验室过滤出泥沙并在温度为 105 °C 的烘箱中烘 24 h,冷却后用电子天平称重,根据泥沙量和相应小区总径流量来计算各个小区的土壤侵蚀量。

(4) 雨强划分。根据  $I_{30}$  的大小,把降雨分成 4 种类型<sup>[6-7]</sup>: $I_{30}$  为 <0.25 mm/30 min(低强度降雨), $I_{30}$  为 0.25~0.5 mm/30 min(中强度降雨), $I_{30}$  为 0.5~0.75 mm/30 min(高强度降雨), $I_{30}$  >0.75 mm/30 min(极高强度降雨)。

### 1.5 数据处理

对所得数据用 Excel 2003,SPSS 13.0 进行统计分析和整理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理各月水土流失量分析

由表 1 可知,6 月为作物生长初期,由于降雨量少,且多为低强度降雨,所以,各处理间的径流量呈不显著差异( $p>0.05$ )。7 月 A 处理径流量比 B,C,D 处理分别减少 24.89%,29.02%,48.70%,B 处理径流量比 C,D 处理分别减少 5.51%,31.70%,A,B,C 处理与 D 处理之间达到显著差异( $p<0.05$ )。8 月 A 处理径流量比 B,C,D 处理分别减少 25.45%,

41.16%,48.19%,B 处理径流量比 C,D 处理分别减少 21.02%和 30.50%,A,B,C 处理与 D 处理之间达到显著差异( $p<0.05$ )。因此,甜玉米覆膜等高间作与甜玉米等高等行距单作的径流量差异不显著,而甜玉米覆膜等高间作与辣椒等高等行距单作径流量差异显著,甜玉米覆膜等高间作与辣椒等高等行距单作差异显著。

表 1 不同处理各月径流量方差分析

月份	径流量/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )				F 值	P 值
	A 处理	B 处理	C 处理	D 处理		
6	9.94	23.10	21.33	10.27	2.25	0.140
7	90.34a	120.27a	127.28a	176.10b	4.68*	0.022
8	26.28a	35.25a	44.63a	50.72b	1.99*	0.027

注:用 Duncan 法分析处理间的差异显著,同一列中英文小写字母和“\*”表示在  $p<0.05$  水平上差异显著。下同。

由表 2 可知,在 7,8 月 A,B,C 处理的侵蚀量与 D 处理相比均达到极显著水平( $p<0.01$ )。7,8 月的最大侵蚀量均发生在 D 处理,均极显著大于处理 A,B,C( $p<0.01$ ),其中 6 月 B 处理侵蚀量最小,比 A,C,D 处理分别减少 55.17%,63.38%和 95.08%;A 处理侵蚀量与 C,D 处理相比分别减少了 18.31%,89.02%。8 月处理 C 的侵蚀量比处理 A,B,D 分别减少 25.00%,10.00%,95.77%。由此表明,在水土侵蚀方面,间作处理的水土保持效果优于单作,其中甜玉米覆膜间作草带效果最好。

表 2 不同处理各月侵蚀量方差分析

月份	侵蚀量/(t·hm <sup>-2</sup> )				F 值	P 值
	A 处理	B 处理	C 处理	D 处理		
6	0.14	0.12	0.47	0.15	1.84	0.197
7	0.58A	0.26A	0.71A	5.28B	6.49**	0.008
8	0.12A	0.10A	0.09A	2.13B	205.47**	0.000

注:同一列中英文大写字母和“\*\*”表示在  $p<0.01$  水平上差异极显著。下同。

### 2.2 作物生育期内各处理水土流失总量分析

由表 3 可见,在作物生育期内各处理间总径流量差异接近显著( $p=0.053>0.05$ ),A 处理总径流量最少,比 B,C,D 处理分别减少 34.74%,28.59%,86.20%。D 处理总侵蚀量与 A,B,C 处理达极显著差异水平( $p<0.01$ );其中 B 处理侵蚀量最小,A,B 处理的侵蚀量分别比 D 处理显著减少 88.98%和 93.67%,B 处理分别比 A,C 处理减少 42.58%和 62.58%,A 处理比 C 处理减少 34.84%。由此可见,在减轻土壤侵蚀方面,间作牧草的效果最好,其次为甜玉米覆膜间作辣椒;在减轻径流量方面,间作辣椒的效果相对较好;总的来说,间作的水土保持效果好于单作,其中间作辣椒水土保持效果最明显。

表 3 不同处理水土流失总量方差分析

项目	A 处理	B 处理	C 处理	D 处理	F 值	P 值
总径流量/( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )	116.57	178.62	163.24	844.98	3.39	0.053
总侵蚀量/( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	0.83A	0.48A	1.28A	7.56B	11.27**	0.001

### 2.3 各处理在不同降雨强度下水土流失量分析

由表 4—5 可以看出,降雨强度的大小与水土流失状况有直接关系,随着降雨强度的增大,各处理间的差异也越来越显著。在极高降雨强度下,D 处理产生的径流量和侵蚀量都极显著高于其他处理( $p < 0.01$ ),间作的 A 处理和 B 处理径流量分别比 D 处理显著减少了 66.0% 和 75.3%,侵蚀量显著减少了 94.1% 和 98.3%;在中,高强度下,D 处理的侵蚀量与其他处理的差异也达到显著( $p < 0.05$ );另外,在极高雨强,高雨强和中雨强下,间作的侵蚀量平均分别比单作减少了 74.62%,71.81%。由此说明,随着降雨强度的增大,间作减轻土壤侵蚀的效果也越明显。

表 4 不同降雨强度下各处理径流量方差分析

处理	径流量/( $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ )			
	低强度降雨	中强度降雨	高强度降雨	极高强度降雨
A	8.967	2.167	11.067	19.868aA
B	3.967	5.967	12.134	14.434aA
C	3.534	6.634	18.068	13.701aA
D	6.800	9.434	205.210	58.436bB
F 值	0.676	1.369	1.581	3.779**
P 值	0.624	0.262	0.253	0.006

表 5 不同降雨强度下各处理土壤侵蚀量方差分析

处理	侵蚀量/( $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ )			
	低强度降雨	中强度降雨	高强度降雨	极高强度降雨
A	0.002	0.000a	0.010a	0.039aA
B	0.006	0.001a	0.002a	0.011aA
C	0.002	0.002a	0.009a	0.059aA
D	0.002	0.007b	0.968b	0.663bB
F 值	0.873	2.686*	3.954*	8.405**
P 值	0.513	0.045	0.035	0.000

## 3 讨论

地表覆盖和地表粗糙程度对径流和侵蚀量有直接关系<sup>[8]</sup>。本研究结果表明,在降雨集中的 7 和 8 月,间作处理的径流量比单作处理的径流量平均减少了 31.75%,侵蚀量平均减少了 87.09%;在作物全生育期内,间作处理的水土流失总量都明显较单作处理降低,这主要是由于间作覆盖增加了单位面积上的地表覆盖,减少了雨水对地表的直接动力,延迟了径流下渗时间,减缓了径流速度,进而减少了侵蚀量;相反,单作处理作物品种单一,作物对地表的保护作用较弱,而裸地种植的行间又为径流的形成与汇集提供

了条件,故裸地单作处理的径流和侵蚀都较大。

径流量和侵蚀量都随着降雨强度的增大而增大<sup>[9]</sup>。在不同降雨强度下,各间作处理的水土流失量较单作处理有所降低,尤其在极高强度降雨下,间作处理的水土流失量比单作处理极显著的降低,说明坡耕地甜玉米不同的间作模式能有效的减少水土流失,间作的侵蚀量平均分别比单作减少了 74.62%,71.81%,说明极高强度降雨和高强度降雨类型,是决定水土流失总量的主导因素,同时也表明随着降雨强度的增加,间作处理的水土保持效应越显著。

在云南坡耕地实施合理的间作模式,在保护河源区水土资源的同时也减少对下游水源的污染及泥沙沉淀,降低了河流水体中的有机质及农药<sup>[10]</sup>,肥料等残留物质,增强水体稀释自净功能,增加水环境容量,提高水体质量,最终使河源区的水环境得到修复和改善。

### [参 考 文 献]

- [1] 李根,毛志峰.我国水土流失型非点源污染负荷及其经济损失评估[J].中国水土保持,2008(2):9-13.
- [2] Josue D S. Valuation of nutrient losses due to soil erosion in a tropical upland agro ecosystem[J]. Agricultural Scientist of Philippines, 2001,84(1):90-98.
- [3] Abbasi M A, Jamal T. Soil loss and runoff measurement from banana-pineapple intercropping system[J]. Biological Sciences of Pakistan, 1999,2(3):689-692.
- [4] 安瞳昕,李彩虹,吴伯志,等.玉米不同间作方式对坡耕地水土流失的影响[J].水土保持学报,2007,21(5):18-20.
- [5] 安瞳昕,李彩虹,吴伯志,等.坡耕地玉米不同间作模式效益研究[J].作物杂志,2009(5):92-94.
- [6] 蒋定生.黄土高原水土流失与治理模式[M].1版.北京:中国水利水电出版社,1997:196-197.
- [7] 江忠善,李季英.黄土高原土壤流失预报方程中降雨侵蚀力和地形因子的研究[J].中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊,1988,3(1):40-45.
- [8] 潘义国,丁贵杰,彭云,等.关于植物根系在土壤抗侵蚀和抗剪切中作用研究进展[J].贵州林业科技,2007,25(2):10-14.
- [9] 李建生,何增化.不同雨强下红壤坡耕地径流及土壤侵蚀研究[J].环境,2006(S1):10-11.
- [10] Khan F, Bhatti A U, Khatkhat R A. Soil and nutrient losses through sediment and surface runoff under maize mono-cropping and maize-legume, intercropping from up-land sloping field [J]. Soil Science of Pakistan, 2001,19(1/2):32-40.