

坡耕地蓄水保土耕作技术措施的探讨

尹传逊 尹贻亮

(延安地区水土保持科学研究所·陕西延安市·716000)

提 要

根据黄土丘陵区自然环境、社会经济条件,因地制宜地采取与其相适应的水土保持耕作技术措施,以利于蓄水、保土、培肥地力,提高单产,退耕陡坡,还林还草,促使农业生态系统逐渐向良性循环转变。为此,在大面积推广水平沟种植的基础上,进行了覆盖、留茬倒垄、沟内加土挡,坡地草田带状间作轮种、粮草灌宽带间作、川平地覆膜间作套种、深耕密植等水保耕作技术措施的试验研究,并对各种技术措施的蓄水、挡泥、培肥地力、增产增收效益作了评价。

关键词:坡耕地 蓄水保土耕作技术

Primary Discussion on Tillage Techniques with Storing Water and Conserving soil in Slope Fields

Yi Chuanxun Yi Yiliang

(Institute of Soil And Water Conservation of Yanan Prefecture, Yanan, Shaanxi, 716000)

Abstract

According to the national environment, social and economical situation in loess hilly areas, the suitable tillage techniques with soil and water conservation have been taken. The objectives of storing water, conserving soil, increasing fertility and yield, decreasing field in order to plant trees and grasses on slope land, and making the agriecosystem into favourable circle can be achieved through applying these techniques. Therefore, on the basis of planting in level furrow in a large range, the experiments have been made to study tillage techniques with soil and water conservation, which includes covering soil with film; reserving stubble for inverting ridge; putting soil block in furrow; intercropping and rotation of grass and grain in belt shape and intercropping of grain and grass as well as bush in wider belt on slope land, etc. The benefits of storing water, retaining soil, increasing fertility and yield and increasing return for every technical measures have been evaluated.

Key words slope fields tillage techniques of storing water and conserving soil

黄土丘陵沟壑区,坡度陡,土质松,雨量少而集中,水土流失严重。根据不同地形条件,因地制宜的进行蓄水保土耕作技术措施的试验研究,最大限度改善农业生产条件,提高单产,实现增产增收,促进陡坡退耕,还林还草,改变山区落后面貌,脱贫致富,具有重大意义。

一、试验区概况

试验区设在陕西省延安城西 15km 处的枣园乡上砭沟流域,海拔高程 1 023~1 342m,试验地属黄绵土,土壤容重 1.19~1.34g/cm³,比重 2.54,粗砂粒(粒径 1~0.25mm)占 32.5%,细砂粒(粒径 0.25~0.05mm)占 18.6%,粗细粉粒(粒径 0.01~0.005mm)占 21.4%,粗粘粒占 8.4%,粘粒(小于 0.001mm)占 5.2%,粗砂砾(大于 1mm)占 13.9%,田间最大持水量 24.5%,凋萎湿度 5.7%,有机质含量 2.8~3.2g/kg,0.729~0.795g/kg,全磷含量为 0.95~1.05g/kg,全钾含量为 13.2~17.0g/kg,pH 值为 8.1~8.3。该区属半干旱气候区,春季易干旱,日照强烈,温差大。多年平均气温 9.4℃,最高 39.1℃,最低 -25℃,无霜期 165 天左右,年日照 2 471h,试验区无灌溉条件。1986 年至 1991 年 1 月至 10 月平均降雨量见表 1。

表 1 上砭沟 1986~1990 年降雨量观测统计

| 年份 (年) | 年降雨量 (mm) | 生育期降雨量 (mm) | | | | | | | 占全年 降雨量 (%) |
|-----------|--------------|-------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------------------|
| | | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 合计 | |
| 1986 | 382.0 | 24.7 | 130.1 | 68.3 | 68.4 | 10.8 | 36.4 | 338.7 | 88.7 |
| 1987 | 485.2 | 19.2 | 86.6 | 99.8 | 150.9 | 25.9 | 53.8 | 426.2 | 87.8 |
| 1988 | 672.3 | 65.0 | 130.5 | 209.4 | 176.1 | 40.8 | 13.5 | 635.3 | 94.5 |
| 1989 | 429.2 | 5.4 | 78.1 | 71.4 | 55.1 | 106.7 | 21.2 | 337.9 | 78.7 |
| 1990 | 636.8 | 39.6 | 31.6 | 202.5 | 124.8 | 88.3 | 25.5 | 512.3 | 80.4 |
| 1991 | 458.3 | 105.2 | 72.5 | 48.2 | 61.3 | 59.3 | 18.2 | 364.7 | 71.4 |
| 平均 | 510.6 | | | | | | | 435.9 | 85.4 |

二、试验方法及内容

采取定位试验与定产示范相结合的方法,在试验区内根据不同地类,分别布设了水平沟种植、沟垄种植、间作套种、粮草轮作、粮灌草带状轮作、地膜覆盖、覆草,留茬倒垄,8 个试验处理区,并布设了 10 个径流小区,测定水平沟,留茬倒垄,粮草带状间作,覆草的径流量和冲刷量。在播种前、收获后测定土壤养分,在作物生育期内,每旬定期测定土壤水分。记载作物生长情况,结荚数、千粒重与产量。确定 20 户村民为试验示范户。在梁岭坡、沟谷坡、坳地、沟台、川地等不同部位、不同坡向、坡度的耕地,按研究项目进行试验示范,提供产量对比数据。

1、水平沟种植。在坡耕地上自上而下沿等高线用套二犁开沟播种,开沟深度在地面以下 17cm,沟垄高差,播种覆盖土后均达 10cm,沟距 60cm。

2、沟垄种植。在川台地上用机具或畜力开沟,犁沟深 22cm,沟垄高差,播种覆土后达 13cm,沟距 80cm。

3、粮食带状间作套种轮作。分别在上砭沟村的杨家山、赵家岭、老陈山、野崔梁岭耕地上,布设了 7 年生沙打旺茬轮作糜子;2 年生草木樨与谷子带状间作;玉米与黄豆套种试验。

4、免耕与水平沟留茬倒垄。在黑圪塌,隔坡梯田地上进行耕翻与免耕坡耕地上进行水平沟留茬倒垄与水平沟,普通种植法种植黄豆、谷子、糜子对比试验。

5、地膜覆盖与覆草。在川台地上选定试验示范户进行种植地膜西瓜、甜瓜示范,在杨家山坡上待作物定苗后在水平沟与普通种植地上进行覆盖,与一般种植对比试验。

三、试验结果分析

(一)蓄水保土培肥效益 1. 不同耕作法的蓄水保土效益。采取水平沟种植和粮草带状间作,粮灌草带状间作等耕作措施,在拦泥蓄水,抗旱保墒,改良土壤方面都显示出明显作用。

从观测结果看,(见表2)采取水平沟种植、粮草带种植、粮灌草带状种植,不论径流量与冲刷量均比普通种植法减少。径流量分别比平作地减少29.0%和34.8%;冲刷量分别减少76.7%、78.4%和80.5%。实施上述三种措施后,年平均蓄水91.77m³/ha,减少流失表土30.96t,据1988年测定,表土层中(0~10cm)含氮0.784g/kg,含磷1.05g/kg,含钾15.2g/kg、有机质3.1g/kg,按上述数字计算,每公顷耕地平均每年减少养分损失折全氮24.27kg、全磷32.51kg、全钾470.59kg,有机质95.98kg。

表2 坡耕地(23°)不同耕地作物方法蓄水保土效益对比

| 耕作措施 | 作物种类 | 试验年度(年) | 产流雨量(mm) | 产流次数(次) | 径流量 | | 冲刷量 | | 效益 | |
|------|--------|---------|----------|---------|------------------------------------|-------|----------------------|-------|-------|-------|
| | | | | | (m ³ /km ²) | 比较(%) | (t/km ²) | 比较(%) | 蓄水(%) | 拦泥(%) |
| 水平沟 | 黄豆 | 1988 | 241.8 | 6 | 49 200 | 74.9 | 2 228.4 | 25.5 | 25.1 | 74.5 |
| | 谷子 | 1989 | 79.5 | 1 | 200 | 24.4 | 0.620 | 12.2 | 75.6 | 87.8 |
| | 糜子 | 1990 | 237.0 | 7 | 30 732 | 66.7 | 1 010 | 25.0 | 33.3 | 75.0 |
| | 谷子 | 1991 | 171.6 | 6 | 9 936 | 31.3 | 514.3 | 12.7 | 68.7 | 87.3 |
| | 平均 | | | | 22 517 | 71.0 | 938.3 | 23.3 | 29.0 | 76.7 |
| 粮草带 | 黄豆与草木樨 | 1988 | 241.8 | 6 | 40 200 | 61.2 | 1 842.0 | 21.0 | 38.8 | 79.0 |
| | 谷子与红豆草 | 1989 | 79.5 | 2 | 620 | 75.6 | 2.30 | 45.2 | 24.4 | 54.8 |
| | 糜子与草木樨 | 1990 | 237.0 | 7 | 34 922 | 75.8 | 1 400 | 34.7 | 24.2 | 65.3 |
| | 谷子与红豆草 | 1991 | 171.6 | 4 | 3 674 | 26.0 | 245.2 | 7.3 | 74.0 | 92.7 |
| | 平均 | | | | 19 854 | 62.6 | 872.4 | 21.6 | 37.4 | 78.4 |
| 粮灌带 | 黄豆与柠条 | 1988 | 241.8 | 5 | 34 400 | 52.3 | 962 | 11.0 | 47.7 | 89.0 |
| | 谷子与柠条 | 1989 | 79.5 | 1 | 220 | 26.8 | 1.49 | 29.3 | 73.2 | 70.7 |
| | 糜子与柠条 | 1990 | 237.0 | 7 | 36 922 | 80.1 | 1 710 | 40.1 | 19.9 | 57.7 |
| | 谷子与柠条 | 1991 | 171.6 | 6 | 11 136 | 78.8 | 467.5 | 12.8 | 21.2 | 87.2 |
| | 平均 | | | | 20 669.5 | 65.2 | 785.2 | 19.5 | 34.8 | 80.5 |
| 普通种植 | 黄豆 | 1988 | 241.8 | 6 | 65 720 | 100 | 8 753.3 | 100 | | |
| | 谷子 | 1989 | 79.5 | 2 | 820 | 100 | 5.09 | 100 | | |
| | 糜子 | 1990 | 237.0 | 7 | 46 100 | 100 | 4 040 | 100 | | |
| | 谷子 | 1991 | 171.6 | 6 | 14 136 | 100 | 3 337.5 | 100 | | |
| | 平均 | | | | 31 694 | 100 | 4034 | 100 | | |

水平沟种植由于起垄作挡,拦蓄了地表径流,防止了水土流失,使土壤含水率显著提高。经过4年实测水平沟种植法的土壤含水量,表明不同时期各层次的土壤含水量均比普通种植法高(见图1)。

2. 作物覆草与不覆草蓄水保土效益。作物定苗后,于7月15日用青草覆盖地面,(草长20~40cm,草重3kg/m²)使雨滴不直接击溅土壤,削弱了雨滴对地面的直接打击力,增加了降雨的入渗,使径流量和冲刷量大大减少(见表3)。

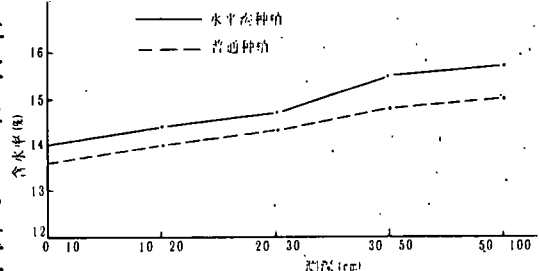


图1 不同种植方法土壤含水量

表3 坡耕地(23°)覆草与不覆草拦泥蓄水效益对比

| 试验年度 (年) | 措施 | 作物种类 | 产流次数 (次) | 径流量 | | 冲刷量 | |
|-------------|-----|------|-------------|------------------------------------|-------|----------------------|-------|
| | | | | (m ³ /km ²) | 对比(%) | (t/km ²) | 对比(%) |
| 1990 | 覆草 | 糜子 | 5 | 33 731 | 77.4 | 1 529.2 | 53.0 |
| 1991 | | 谷子 | | 23.8 | 23.8 | 144.2 | 9.9 |
| 平均 | | | | 18 110.5 | 67.0 | 836.2 | 38.5 |
| 1990 | 不覆草 | 糜子 | 5 | 43 582 | 100 | 2 886.4 | 100 |
| 1990 | | 谷子 | 3 | 10 478 | 100 | 1 455.5 | 100 |
| 平均 | | | | 27 030 | 100 | 2 171 | 100 |

注:覆草与不覆草的径流量、冲刷量均为2个重复小区平均值

从表3看,采取覆草措施后,径流量与冲刷量均比不覆草的少。以不覆草为100%,覆草措施要比不覆草年平均减少径流量33.0%,减少冲刷量61.5%。由于径流量和表层肥沃的土壤流失量的减少,耕层肥力状况明显好转,有利于作物生长发育,见表4。

表4 覆草后0~30cm土壤养分变化

| 年份 (年) | pH值 | 全氮N (g/kg) | 全磷P ₂ O ₅ (g/kg) | 全钾K ₂ O (g/kg) | 有机质 (g/kg) | 速效氮 (mg/kg) | 速效磷 (mg/kg) | 速效钾 (mg/kg) |
|-------------|-------|---------------|---|------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 1988 覆草前 | 8.20 | 0.761 | 1.013 | 14.13 | 2.9 | 30.3 | 1.33 | 63.3 |
| 1989 覆草后 | 7.50 | 0.82 | 1.00 | 19.3 | 3.8 | 31 | 3 | 67 |
| 增减 | -0.70 | 0.06 | 0.01 | 5.17 | 0.9 | 0.7 | 1.67 | 3.7 |

表5 坡耕地(23°)留茬倒垄蓄水保土效益对比

| 耕作措施 | 试验年度 (年) | 作物种类 | 产流次数 (次) | 径流量 | | 冲刷量 | |
|-------------|-------------|------|-------------|------------------------------------|-------|----------------------|-------|
| | | | | (m ³ /km ²) | 对比(%) | (t/km ²) | 对比(%) |
| 水平沟留 茬倒垄 | 1990 | 糜子 | 7 | 31 122 | 67.5 | 1 010 | 25.0 |
| | 1991 | 谷子 | 5 | 10 118 | 71.6 | 476.7 | 14.3 |
| | 平均 | | | 20 620 | 68.5 | 743.4 | 20.2 |
| 水平沟 | 1990 | 糜子 | 7 | 69 386 | 85.4 | 1 665 | 41.2 |
| | 1991 | 谷子 | 6 | 9 936 | 70.4 | 514.3 | 15.4 |
| | 平均 | | | 24 661 | 81.9 | 1 089.7 | 29.5 |
| 免耕种植 | 1990 | 糜子 | 7 | 46 922 | 101.8 | 1 960 | 48.5 |
| | 1991 | 谷子 | 6 | 19 940 | 141.1 | 2 860 | 85.7 |
| | 平均 | | | 33 431 | 111.0 | 2 410 | 65.3 |
| 一般种植 | 1990 | 糜子 | 7 | 46 100 | 100 | 4 040 | 100 |
| | 1991 | 谷子 | 6 | 14 136 | 100 | 3 337.5 | 100 |
| | 平均 | | | 30 118 | 100 | 3 688.8 | 100 |

3、留茬倒垄蓄水保土效益。留茬倒垄种植减少了中耕过程中人力、畜力和机具对土壤结构的破坏,减少了土壤水份的蒸发,增强了土壤的抗冲力,减少径流和冲刷,使土壤含水率显著提高(见表5,图2)。

采取留茬倒垄种植,冲刷量显著减少,土壤含水率在各个层次中都有较大的提高(见图2)。2年平均水平沟留茬倒垄种植比水平沟种植减少径流量16.4%,减少冲刷量31.8%,比一般种植法减少径流31.5%,减少冲刷79.8%,土壤含水量提高0.7%。免耕种植法比一般种植法减少冲刷量

34.7%，但径流量有所增加，土壤含水量提高0.8%。

从一次较大暴雨观测结果来看，1990年7月31日降雨量40.3mm，历时1h54min，平均降雨强度为21.2mm/h，是四年来降雨强度最大的一次，因而所有小区全部发生了径流，拦蓄效益见表6。

从表6看，各种不同的水土保持耕作措施，拦泥效益均显著。但耕作方法不同，其拦泥效益明显不同，水平沟留茬倒垄和留茬免耕种植分别比平作减少冲刷59.4%和42.1%，因而为作物生长发育创造了良好的条件。据我所1990年对留茬倒垄种植法谷子播种前和收获后土壤养分(0~30cm)的测定对比，全氮增加0.05g/kg，全磷增加0.04g/kg，全钾增加2.6g/kg，有机质增加0.7g/kg，见表7。

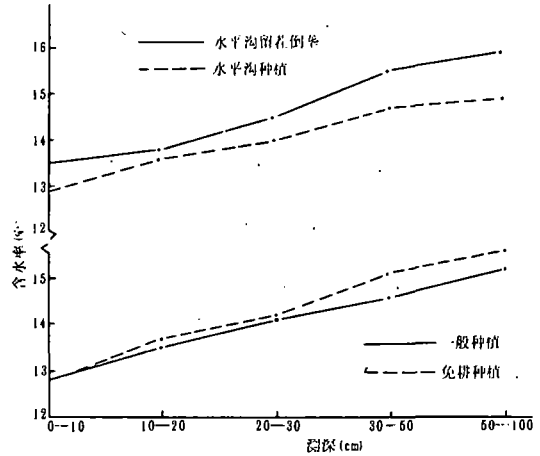


图2 留茬免耕土壤含水量

表6 1990年一次较大暴雨不同措施效益对比

| 耕作措施 | 坡度(°) | 时间月、日 | 产流雨量 | | 径流量 | | 冲刷量 | |
|---------|-------|-------|---------|----------|-------------|-------|------------|-------|
| | | | 降雨量(mm) | 强度(mn/h) | 径流量(m³/km²) | 对比(%) | 冲刷量(t/km²) | 对比(%) |
| 覆草 | 23° | 07、31 | 40.3 | 21.2 | 2 4790 | 108.8 | 404 | 77.4 |
| 水平沟留茬倒垄 | 23° | 07、31 | 40.3 | 21.2 | 19 190 | 84.2 | 212 | 40.6 |
| 水平沟 | 23° | 07、31 | 40.3 | 21.2 | 23 990 | 105.3 | 340 | 65.1 |
| 免耕种植 | 23° | 07、31 | 40.3 | 21.2 | 25 590 | 112.3 | 302 | 57.9 |
| 一般种植 | 23° | 07、31 | 40.3 | 21.2 | 22 790 | 100 | 522 | 100 |
| 粮草带 | 23° | 07、31 | 40.3 | 21.2 | 21 190 | 93.0 | 383 | 73.4 |
| 粮灌带 | 23° | 07、31 | 40.3 | 21.2 | 19 590 | 86.0 | 333 | 63.8 |

表7 留茬倒垄0~30cm土壤养分比较

| 时间(月、日) | pH值 | 全氮 N(g/kg) | 全磷 P ₂ O ₅ (g/kg) | 全钾 K ₂ O(g/kg) | 有机质(g/kg) | 碱解氮(mg/kg) | 速效磷(mg/kg) | 速效钾(mg/kg) |
|----------|-------|------------|---|---------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| 播种前 0529 | 8.17 | 0.80 | 1.06 | 17.9 | 3.3 | 36.3 | 1.33 | 66.7 |
| 收获后 1015 | 7.5 | 0.85 | 1.10 | 20.5 | 4.0 | 41 | 4 | 80 |
| 增减土 | -0.67 | 0.05 | 0.04 | 2.6 | 0.7 | 4.7 | 2.67 | 13.3 |

表8 水平沟套种拦蓄效益对比

| 项目 | 水平沟 黄豆与玉米 | 水平沟 黄豆 | 平作 黄豆 |
|--------------|-----------|--------|---------|
| 坡度 | 20° | 20° | 20° |
| 生育期降雨量(mm) | 635.3 | 635.3 | 635.3 |
| 产流雨量 | 241.8 | 241.8 | 241.8 |
| 平均径流(m³/km²) | 22 500 | 26 000 | 50 800 |
| 对比(%) | 44.29 | 51.18 | 100 |
| 平均冲刷量(t/km²) | 216.6 | 201.7 | 7 141.8 |
| 对比(%) | 3.03 | 2.83 | 100 |

4. 间作套种蓄水土效益。水平沟间作套种与水平沟间作，增加了地表的覆盖度，再加上水平沟本身的拦蓄作用，使径流量和冲刷量大大减弱(见表8)。

从表8看出，水平沟种植黄豆与水平沟玉米套种黄豆比平作黄豆径流量减少48.82%和55.71%，冲刷量减少97.17%和96.97%，水保效益非常显著。

5. 粮草、粮灌带状间作轮种的减沙培肥效益。粮草与灌木实行带状间作，以灌木林带拦泥固土，

用牧草来培肥地力,增加有机质含量。据多年来的种植试验,在粮草轮作区,靠上部灌木林带处土层下切达0.3~0.7m,靠下部林带处淤达0.3~0.4cm,使原自然坡面减缓 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$,逐渐地起到了生物梯田的作用,根据两年农作物与草木樨的带状轮作其全氮增加0.12g/kg,全磷增加0.39g/kg,全钾增加7.33g/kg,有机质增加3.3g/kg(见表9)。

表9 粮草带状轮作0~30cm土壤养分变化

| 时间(年、月) | pH值 | 全氮 N (g/kg) | 全磷 P ₂ O ₅ (g/kg) | 全钾 K ₂ O (g/kg) | 有机质 (g/kg) | 碱解氮 (mg/kg) | 速效磷 (mg/kg) | 速效钾 (mg/kg) |
|---------|-------|----------------|--|-------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 1988 04 | 8.20 | 0.779 | 1.007 | 6.171 | 3.0 | 31.3 | 1.33 | 63.7 |
| 1991 09 | 7.20 | 0.90 | 1.40 | 23.5 | 6.3 | 64 | 6 | 89 |
| 增加 | -1.00 | 0.121 | 0.393 | 7.33 | 3.3 | 32.7 | 4.67 | 25.3 |

试验表明:根据不同地类条件,采取不同的水土保持耕作措施,可以改变坡面小地形,使光秃秃的坡面变成起伏不平的沟垄,增加了地面糙率,同时地面覆盖增强了降雨入渗,减少了雨滴的溅蚀,从而起到蓄水保土作用。

目前,在该区山地水平沟种植,川台地区垄沟种植等四法种田已推广300多万亩,取得了显著的蓄水保土作用。

在远山高山梁崩陡坡地上,由于交通不便,运送肥料困难,近期内不能退耕的坡地,采取粮草带状间作轮种,粮食作物与灌木林带间作,对保持水土,培肥地力有显著作用。

(二)增产效益 由于水平沟种植是等高耕作、起垄作挡,减少了地面径流泥沙,减少了土壤养分,水分的损失,有利于作物生长发育,使粮食产量显著提高。据4年来在同一块地中抽样调查和实测产量来看,在面积相同,施肥及管理均相同的条件下,水平沟种植法与一般种植法结果比较,单位面积产量差异比较明显,见表10。

表10 水平沟种植法与一般种植法产量比较

| 试验年度(年) | 作物 | 水平沟种植 | | | 一般种植 | | | 增产效益 | |
|---------|--------|---------------------|--------|----------|---------------------|--------|----------|-----------|---------|
| | | 面积(m ²) | 产量(kg) | 亩产(kg/亩) | 面积(m ²) | 产量(kg) | 亩产(kg/亩) | 增产量(kg/亩) | 增产幅度(%) |
| 1988 | 谷子 | 20 | 1.40 | 46.7 | 20 | 1.25 | 41.7 | 5 | 12 |
| | 黄豆 | 20 | 2.72 | 90.7 | 20 | 1.54 | 51.3 | 39.4 | 76.8 |
| | 荞麦 | 20 | 1.55 | 51.7 | 20 | 1.50 | 50.0 | 1.7 | 3.4 |
| | 小区黄豆 | 100 | 8.25 | 55.0 | 100 | 7.15 | 47.7 | 7.3 | |
| 1989 | 延谷8号 | 10 | 1 | 66.7 | 10 | 0.85 | 56.7 | 10 | 17.6 |
| | 糜子 | 413.4 | 55 | 88.7 | 621.4 | 69 | 74.0 | 14.7 | 19.9 |
| | 小区谷子 | 100 | 6.5 | 43.3 | 100 | 4 | 26.7 | 16.6 | 62.2 |
| 1990 | 谷子 | 130 | 21 | 107.7 | 117.6 | 17 | 96.4 | 11.3 | 11.7 |
| | 延谷8号 | 621.4 | 101 | 108.4 | 92.2 | 14 | 101.3 | 7.1 | 7.0 |
| | 糜子 | 10 | 2.1 | 140.1 | 10 | 1.5 | 100.1 | 40.0 | 40 |
| | 糜子 | 105.9 | 23 | 144.9 | 168.3 | 27.0 | 107 | 37.9 | 35.4 |
| 1991 | 谷子 | 27 | 2.7 | 66.7 | 35.2 | 2.5 | 47.4 | 19.3 | 40.7 |
| | 谷子8013 | 101.4 | 12 | 78.9 | 111.3 | 6.5 | 38.9 | 40.0 | 102.8 |
| | 黄豆 | 621.4 | 27.5 | 29.3 | 81.3 | 3.3 | 27.1 | 2.4 | 8.9 |
| | 黄豆 | 237.3 | 21.5 | 60.4 | 132.4 | 7.8 | 39.3 | 21.1 | 53.7 |
| | 谷子8013 | 86.9 | 13 | 99.7 | 132.0 | 8.5 | 42.9 | 56.8 | 132.4 |

二者比较,水平沟种植法比普通种植法每亩多收1.7kg,最高达56.8kg,而荞麦、谷子、糜子、黄豆,每亩分别增产3.4%,12%~132.4%,8.9%~40%和15.3%~76.8%。

2. 覆草增产效益。作物定苗后,于7月15日利用青草覆盖地面(草长度20~40cm,草重3kg/

m²)使雨滴不直接击溅土壤,同时,由于青草覆盖,减少了地面野草滋生,还减少了雨季中耕除草,减轻土壤水分的蒸发,保持土壤良好的墒情,青草腐烂后还可增加土壤的有机质,培肥土壤,提高农作物的产量,见表11。

表11 覆草与不覆草粮食产量对比

| 作物 | 试验年度 (年) | 覆草 | | | 不覆草 | | | 增产 | |
|------------------------------|-------------|-------------------------|------------|--------------|-------------------------|------------|--------------|---------------|-----------|
| | | 面积 (m ²) | 产量 (kg) | 单产 (kg/亩) | 面积 (m ²) | 产量 (kg) | 单产 (kg/亩) | 增产量 (kg/亩) | 增产 (%) |
| 黄豆 | 1988 | 6 | 1.05 | 116.7 | 13 | 1.00 | 51.3 | 65.4 | 127 |
| | | 20 | 1.80 | 60.0 | 20 | 1.25 | 41.7 | 18.3 | 44 |
| 延谷8号 小区谷子 | 1989 | 10 | 1.50 | 100 | 10 | 0.85 | 56.7 | 43.3 | 76 |
| | | 10 | 11.9 | 79.3 | 100 | 4 | 26.7 | 52.6 | 147 |
| 糜子 小区糜子 谷子 | 1990 | 10 | 1.85 | 123.4 | 10 | 1.10 | 73.4 | 50.0 | 68 |
| | | 100 | 18.3 | 125.4 | 100 | 12.2 | 81.4 | 44.0 | 54 |
| | | 22.6 | 6.0 | 177.1 | 117.6 | 17 | 96.4 | 80.7 | 84 |
| 谷子 小区谷子 谷子 黄豆 黄豆 | 1991 | 15.3 | 1.5 | 65.4 | 35.2 | 2.5 | 47.4 | 18.0 | 38 |
| | | 100 | 8.0 | 53.3 | 100 | 4.0 | 26.7 | 26.6 | 100 |
| | | 39.9 | 4.0 | 66.8 | 111.3 | 6.5 | 38.9 | 27.9 | 72 |
| | | 38.7 | 3.2 | 55.1 | 132.4 | 7.8 | 39.3 | 15.8 | 40 |
| | | 48.4 | 6.1 | 84.0 | 283.4 | 26.5 | 62.3 | 21.7 | 35 |

从表11看出,在相同的条件下,覆草与否对粮食产量影响很大。采取覆草的黄豆每亩增产35%~12.7%;覆草的谷子每亩增产38%~147%;覆草的糜子每亩增产44~50kg,增产率在54%~68%。

在大力推广水平沟种植法的基础上,我们进行了水平沟覆盖与不覆盖的对比试验,4年来的观测结果见表12。

表12 水平沟覆草与不覆草产量对比

| 种植作物 | 试验年度 (年) | 水平沟覆草 | | | 水平沟 | | | 增产 | |
|--------------------------------|-------------|-------------------------|------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| | | 面积 (m ²) | 产量 (kg) | 亩产 (kg/亩) | 面积 (m ²) | 产量 (kg/亩) | 单产 (kg/亩) | 增产量 (kg/亩) | 增产幅度 (%) |
| 谷子 黄豆 | 1988 | 10 | 1.6 | 106.7 | 10 | 1.4 | 93.4 | 13.3 | 14.2 |
| | | 10 | 1.5 | 100.1 | 20 | 2.72 | 90.7 | 9.4 | 10.4 |
| 谷子 | 1989 | 10 | 1.5 | 100.1 | 10 | 1 | 66.7 | 33.4 | 50.1 |
| 糜子 谷子 | 1990 | 10 | 1.85 | 123.4 | 10 | 1.4 | 93.4 | 30.0 | 32.1 |
| | | 13.6 | 3.4 | 166.8 | 621.4 | 101 | 108.4 | 58.4 | 53.9 |
| 谷子 谷子 谷子8013 黄豆 黄豆 | 1991 | 40 | 5.7 | 95 | 27 | 2.7 | 66.7 | 28.3 | 42.4 |
| | | 86.2 | 7 | 54.1 | 581.7 | 38.5 | 44.1 | 10.0 | 22.7 |
| | | 33.2 | 6 | 120.5 | 86.9 | 13 | 99.7 | 20.8 | 20.9 |
| | | 8 | 0.6 | 50 | 708.5 | 40.5 | 38.1 | 9.5 | 24.9 |
| | | 42.9 | 4 | 62.2 | 272.1 | 18 | 44.1 | 18.1 | 41.0 |

从表12看出,在水平沟增产的基础上,若采用青草覆盖还能增加产量。每亩可增收黄豆9.4~61.9kg,谷子10.0~58.4kg,糜子33.4kg,增产幅度在10.4%以上。

3. 留茬免耕增产效益。陕北丘陵沟壑区,春季易干旱,采用留茬免耕减少了旱地中耕次数,减少了中耕过程中人力、畜力和机具对土壤结构的破坏,减少了土壤水分的蒸发,增加了种子发芽时所需的水分,同时还可借助作物茬的遮盖增加郁闭度,防止水土流失,使产量明显提高。(见表13、表

14)。

表13 留茬免耕产量对比

| 作物种植 | 留茬免耕种植 | | | 耕翻种植 | | | 增产 | |
|--------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|--------------|---------------|-------------|
| | 面积 (亩) | 产量 (kg) | 单产 (kg/亩) | 面积 (亩) | 产量 (kg) | 单产 (kg/亩) | 增产量 (kg/亩) | 增产幅度 (%) |
| 糜子 | 0.015 | 21 | 140 | 0.015 | 1.4 | 93.3 | 46.7 | 50.1 |
| 谷子 | 0.25 | 30.5 | 122 | 0.19 | 21 | 110.5 | 11.5 | 10.4 |
| 糜子 | 0.15 | 25 | 166.7 | 0.16 | 23 | 143.8 | 22.9 | 15.9 |
| 谷子 | 0.48 | 53 | 110.4 | 0.14 | 14 | 100 | 10.4 | 10.4 |
| 谷子 | 0.058 | 3 | 51.7 | 0.053 | 2.3 | 44.4 | 7.3 | 16.4 |
| 谷子8013 | 0.198 | 8.5 | 42.9 | 0.167 | 6.5 | 38.9 | 4.0 | 10.3 |
| 黄豆 | 0.426 | 26.5 | 62.2 | 0.122 | 4.3 | 35.2 | 27.0 | 76.7 |

表14 水平沟留茬倒垄产量对比

| 种植作物 | 试验年度 (年) | 水平沟留茬倒垄 | | | 水平沟种植 | | | 增产 | |
|--------|-------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|--------------|---------------|-------------|
| | | 面积 (亩) | 产量 (kg) | 单产 (kg/亩) | 面积 (亩) | 产量 (kg) | 单产 (kg/亩) | 增产量 (kg/亩) | 增产幅度 (%) |
| 黄豆 | | 1 | 98.9 | 98.9 | 0.24 | 12.3 | 51.3 | 47.6 | 92.8 |
| 金谷2号 | 1988 | 1.3 | 50.3 | 38.7 | 2.4 | 85.0 | 35.4 | 3.3 | 9.3 |
| 小黄豆 | | 0.5 | 60.0 | 120 | 2.2 | 210 | 95.5 | 24.5 | 25.7 |
| 延谷8号 | | 1 | 133.5 | 133.5 | 0.46 | 48.9 | 106.3 | 27.2 | 25.6 |
| 糜子 | 1989 | 1.07 | 91 | 85 | 0.93 | 69 | 74.2 | 10.8 | 14.6 |
| 黄豆 | | 0.5 | 10 | 20 | 4.5 | 72 | 16 | 4 | 25.0 |
| 糜子 | | 0.015 | 2.1 | 140 | 0.015 | 1.5 | 100 | 40 | 40.0 |
| 谷子 | | 0.25 | 30.5 | 122 | 0.19 | 21 | 110.5 | 11.5 | 10.4 |
| 糜子 | 1990 | 0.15 | 25 | 166.7 | 0.16 | 23 | 143.8 | 22.9 | 15.9 |
| 谷子 | | 1.07 | 124 | 115.9 | 0.93 | 100.5 | 108.1 | 7.8 | 7.2 |
| 糜子 | | 1 | 152 | 152 | 0.24 | 31.5 | 131.3 | 20.7 | 15.8 |
| 谷子 | | 0.052 | 4.0 | 76.9 | 0.04 | 2.7 | 66.5 | 10.4 | 15.6 |
| 谷子8013 | 1991 | 0.13 | 13.0 | 100 | 0.152 | 12.0 | 78.9 | 21.1 | 26.7 |
| 黄豆 | | 1.06 | 40.5 | 38.2 | 0.93 | 26.5 | 28.5 | 9.7 | 34.0 |

采用水平沟留茬倒垄种植和免耕种植不仅节省了劳力和畜力,而且还减少了降雨对地表的冲刷,借助作物茬子腐烂还可增加有机质,从而提高粮食产量,水平沟留茬倒垄,每亩可多收粮食3.3~47.6kg,增产幅度在7.2%以上。免耕幅度在10.4%以上。

4. 地膜覆盖。根据16户示范户种植的地膜西瓜调查,覆膜的西瓜平均亩产3200kg,未覆膜的仅2100kg,每亩可增产1100kg。由于覆膜后能保墒,提高地温,促进早熟,可早上市5~10天,经济效益显著提高,覆膜西瓜每亩收入750元,而未覆膜西瓜每亩仅收入380元。

5. 草田带状间作轮种。在远山高山地段,进行草田带状间作轮种,能显著提高产量。赵家岭、老陈山、杨家山,是上砭沟村耕种较远、地势较高的梁岭坡耕地,从来不施肥,多年来靠撂荒山种植,土壤瘠薄,产量低而不稳,丰收年亩产不过百斤,欠收年甚至颗粒无收。1987年在赵家岭布设草木樨与糜谷等高带状间作物轮种示范,共450亩,耕地播种草木樨150亩,农作物300亩,草木樨带宽8m,农作物带宽16m,草木樨1988年产种籽75kg,干草150kg。1989~1990年草木樨茬轮种谷子、糜子,平均亩产85kg,一般地平均亩产56kg,每亩增产29kg,增产51.3%。在老陈山利用红豆草茬

轮种谷子,平均亩产 58kg,一般地亩产 42kg,增产 38%。杨家山利用 5 年生沙打旺茬种植糜子,平均亩产 108.5kg,一般耕地亩产 60kg,每亩增产 48.5kg,增产 80.8%。

根据不同地类,实施相应的水土保持耕作措施,由于改变了小地形,增加了土壤被覆,便于集中施肥,将坡面径流泥沙拦蓄在沟壕内,水分入渗到土壤内,供给作物生长所需的水分、养分,克服因降雨量分布不均,春季干旱,夏秋暴雨集中,水土流失严重,造成肥力不足的不利情况。充分发挥日照时间长,夏季热量集中,日温差大的有利因素,从而改善土壤的水分,热气状况,增强土壤中微生物的活动,提高土壤中二氧化碳的浓度,加速土壤养分的转化,增加土壤有效养分的含量,供作物根系吸收利用,促进根系的发育。据观测,采取水保耕作法种植的谷子,次生根有 42 条,多分布在 30cm 的耕作层内,而一般田谷子仅 31 条,分布零乱。由于根系发达,吸收水肥力强,从而增强了地上部的生长发育,因而出苗好、植株高、穗子长、籽粒多、千粒重高(见表 15)。

表 15 不同种植法作物长势及考种情况

| 耕作措施 | 作物名称 | 出苗株数 (株/m ²) | 株 高 (cm) | 穗 长 (cm) | 每穗粒数或 结荚数 (个) | 千粒重 (g) |
|---------|------|-----------------------------|-------------|-------------|---------------------|------------|
| 水平沟留倒垄 | 糜 子 | 71 | 176.1 | 39.0 | 2 151 | 8.8 |
| 水 平 沟 | 糜 子 | 67 | 163.2 | 38.2 | 1 882 | 8.5 |
| 一般田覆草 | 谷 子 | 46 | 151.7 | 22.4 | 11 960 | 3.7 |
| 一 般 田 | 糜 子 | 56 | 161.5 | 36.9 | 1 134 | 8.7 |
| 免 耕 种 植 | 糜 子 | 60 | 169.8 | 37.1 | 1 763 | 8.6 |
| 水平沟留倒垄 | 谷 子 | 36 | 156.2 | 24.5 | 7 600 | 4.0 |
| 水 平 沟 | 谷 子 | 31 | 152.0 | 22.2 | 6 660 | 3.8 |
| 免 耕 种 植 | 谷 子 | 46 | 145.8 | 23.5 | 6 630 | 3.9 |
| 一般种植 | 谷 子 | 33 | 144.4 | 22.3 | 6 600 | 3.6 |
| 水平沟种植 | 谷 子 | 31 | 152.3 | 24.5 | 21 560 | 4.0 |
| 水平沟留茬倒垄 | 黄 豆 | 15 | | | 250 | 222 |
| 水 平 沟 | 黄 豆 | 13 | | | 215 | 204 |
| 水平沟覆草 | 黄 豆 | 15 | | | 280 | 225 |
| 免 耕 种 植 | 黄 豆 | 14 | | | 212 | 212 |
| 一 般 田 | 黄 豆 | 11 | | | 175 | 195 |
| 一般田覆草 | 黄 豆 | 13 | | | 250 | 228 |

注:植高和穗长为 20 株的平均值

据上砭沟村 20 户科技示范户的调查统计,在梁峁坡地区采用粮食带状间作轮种,在塌地采用水平沟种植,覆草留茬倒垄,川台地采用垄沟种植,覆膜,都显著增产,增产幅度在 9.5%~267.6%。从全村总产量看,1990 年粮食收获面积 1 482 亩,总产量 123 560kg,其中采用不同形式的水保耕作法种植 481 亩,总产 85 306kg,面积占 32%,而产量占到 69%,全村 229 人,人均耕地 6.47 亩,生产粮食 539.5kg,其中水保耕作法 2.1 亩,获得粮食 372.4kg。4.37 亩一般田仅产粮食 167.1kg。由于示范推广了不同水保耕作法种植,提高了单位面积产量,总产量相应提高,为退耕陡坡还林还草奠定了物质基础。耕地面积由 1985 年的 2 980 亩,下降为 1 480 亩,5 年来共退耕陡坡耕地 1 500 多亩。农林牧用地由原来的 5:2:3,现调整为 2:5:3,土地利用结构逐步趋向合理。

(三)水保耕作法投劳收益情况 农产品的生产过程,既是生产的消费过程,又是新产品的创造过程,生产一定数量和质量的农产品,必然要付出一定的代价,即各种投入。水保耕作法比普通种植法单位面积上要投入较多的劳动力,这些多投入的劳动力,最终都要反映在农产品的成本上,产品成本是已消耗生产资料的价值和支付劳动报酬的货币表现,是经济效果上综合性重要指标之一。多投

入的劳动从事开沟、起垄、作挡,中耕培土,松土,覆草等耕作技术,能够从中获得较高的效益(见表16)。

表16 水保耕作法与普通种植法用劳与产量结果比较

| 处 理 | 供试作物 | 用劳情况 (个/亩) | | | | | | | | | 每亩单产 (kg/亩) | 每亩增产 (kg) | 每个劳动 工日收入 (元) |
|---------|------|------------|-----|-----|-----|--------|------------------------|------------|------|-----|----------------|--------------|---------------------|
| | | 耕 地 | | 播 种 | | 间 苗 | 中耕培 土起垄 作挡 覆草 | 收 获 碾 打 | 合 计 | | | | |
| | | 人 力 | 畜 力 | 人 力 | 畜 力 | | | | 人 力 | 畜 力 | | | |
| 水平沟种植 | 谷子 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 12 | 2 | 108.4 | 12.9 | 9 |
| 水平沟覆草 | 谷子 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2.5 | 3 | 12.5 | 2 | 166.8 | 70.4 | 13.3 |
| 水平沟留茬倒垄 | 谷子 | | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 11.5 | 1 | 115.9 | 19.5 | 10.1 |
| 普通种植覆草 | 谷子 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.5 | 3 | 10.5 | 2 | 148.9 | 52.5 | 14.1 |
| 普通种植 | 谷子 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.03 | 3 | 100 | 2 | 96.4 | | 9.6 |

水保耕作法,加上其它措施,如增施肥料,合理密植,则效益更为显著。据调查、川、台梯田、坝地,采用沟垄种植,每亩增施尿素10kg,比普通种植法(施同量尿素)增产玉米20~60kg。

四、结 语

黄河中游黄土丘陵地区根据不同地形土壤条件推行相应的蓄水保土培肥耕作技术措施,投资少,方法简便,易于推广,拦泥蓄水保肥作用大,增产效益显著。能促进陡坡退耕,还林还草,促使农业生态系统逐渐向良性循环转变。

(一)山坡地水平沟种植 减少径流25.1%~75.6%,减少冲刷77.1%~87.8%,土壤含水量增加0.4%~1.0%,作物产量提高12%~76.8%。在全区大面积推广的基础上,应强调标准,在沟内设土挡。

(二)青草覆盖耕作 可减少径流33.0%,减少冲刷61.5%,减少了土壤水分的蒸发,培肥了地力,作物产量提高38%~147%。在水平沟种植的基础上采用青草覆盖,还能继续增产,增产幅度在10.4%以上,最高的可达53.9%。水平沟种植覆草方法简便易行,在梁峁丘陵行区,地畔、沟边天然草丛生,资源丰富,应大力推广。

(三)水平沟留茬倒垄和免耕种植,不仅节省了劳力和畜力,而且还减少了地表冲刷,增加了土壤肥力,使粮食产量明显提高。水平沟留茬倒垄在水平沟种植的基础上每亩多收3.3~47.6kg,增产幅度在10.4%以上,特别是在春季干旱严重的年份,土壤含水量低,在水平沟的垄上开沟,直接播种,能起到抗旱保苗作用。

(四)草田带状间作轮种 减少径流量37.4%,减少冲刷量78.4%,粮灌草带间作,减少径流量34.8%,减少冲刷量80.5%,土壤养分显著提高,粮食亩产增加29~48.5kg,增产38%以上。是逐步退耕远山耕地的一个重要措施,在梁峁丘陵地区,人均耕地多应大力推广。