

四川盆中丘陵坡地保土抗旱措施探讨

庞学勇, 刘世全*, 张世熔, 夏建国, 陈远学, 向双
(四川农业大学, 四川 雅安 625014)

摘要: 1997~1999年在四川省中江县旱坡耕地实施“目”字型种植法具有较好的保土抗旱效益, 结果表明:“目”字型种植有蓄水抗旱、增加土温和水土保持效益,“目”字型种植土壤蓄水(0cm~40cm)较常规平作多 20.55m³/hm², 各生育期平均延长抗旱天数 3.3d, 增加土温 0.25℃~0.94℃, 且“目”字型种植可使坡土减少地表径流 78%和泥土流失量 80%。“目”字型种植是四川盆中丘陵区旱坡耕地较好的保土抗旱措施。

关键词: 川中丘陵; 旱坡耕地; 保土抗旱; “目”字型种植法
中图分类号: S157 **文献标识码:** A

四川盆中丘陵区是四川主要的农区之一, 土地垦殖指数高, 旱地比重大, 由于降雨时空分布不均而致春夏伏旱连年发生, 严重制约了本区旱地农业生产潜力的发展。同时, 四川盆中丘陵区广泛地分布紫色岩层, 其抗蚀力弱, 水土流失严重, 其水土流失面积占全省水土流失面积的 49.1%, 其中强度以上的流失面积占全省的 56%^[1, 2]。针对以上情况, 选择了自然条件能代表盆中丘陵区的中江县作为试验研究的地点, 创造性地组装了坡土以“目”字型种植法为核心的综合保土抗旱高产配套技术, 充分开发土壤“水库”的蓄水功能, 最大限度地拦蓄天然降水, 既保证有雨蓄得住, 解决旱情问题, 同时又能防治水土流失, 使作物获得高产。本文就“目”字型种植法的水温动态及抗旱能力等方面作一些初步探讨,

从而提出四川盆中丘陵区旱坡耕地的保土抗旱措施。

1 试验区基本情况与研究方法

1.1 试验区基本情况

试验区位于四川省中江县富兴镇伏岭村, 年均温 16.7℃, ≥10℃积温 5 296℃, 全年太阳辐射总量 38.1×10⁸J/m², 平均年降水量 882.5mm, 其中 5~9月降水量占 82%, 年径流系数 0.3~0.4。春、夏、伏、旱的发生频率分别达 70%, 95%, 51%, 且夏伏期正处于该区玉米需水临界期, 对作物威胁甚大。

土壤为白垩系七曲寺组钙质紫色岩形成的石灰性紫色土, 土壤质地为轻壤土—中壤土, 土层浅薄, 多在 50cm 左右。其基本物理性质列于表 1。

表 1 试验区土壤水分物理性质

Table 1 The water physical properties of soil in the experimental area

台位	土层深度 (cm)	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	田间持水量		凋萎系数		有效水量 ¹⁾	
				%	mm	%	mm	%	mm
一台土	0~20	1.38	47.9	28.28	78.03	5.67	15.65	22.60	62.38
	20~40	1.71	35.5	22.97	78.55	10.17	34.78	12.80	43.77
二台土	0~20	1.39	47.5	26.80	74.50	7.25	20.16	19.55	54.34
	20~40	1.70	35.8	22.40	76.16	9.24	31.42	13.16	44.74
三台土	0~20	1.43	46.0	29.90	85.51	3.98	11.38	25.92	74.13
	20~40	1.73	34.7	22.90	78.32	9.28	32.45	13.52	45.87

1)最大有效含水量为田间持水量与凋萎系数之差, 凋萎系数为最大吸湿大的 1.5 倍。

收稿日期: 2001-12-30; 改回日期: 2002-02-28.

基金项目: 四川省科委“九五”农业重点项目《雨养农业抗旱综合配套技术研究》资助。

作者简介: 庞学勇(1974-), 男(汉族), 四川巴中人, 四川农业大学土壤学专业硕士研究生, 研究方向为土壤资源的开发利用与保护。E-mail: pxu03@sicau.edu.cn.

*为通讯作者(四川农业大学农学院), 系本文第一作者指导教师。

1.2 试验设计

试验设三个处理: 1. “目”字型露地种植; 2. “目”字型覆膜种植; 3. 常规平作种植(对照)。各处理分别设3次重复。

“目”字型种植方法为: 横坡等高 2m 开厢, 沟垄相间, 窄沟(0.8m)宽垄(1.2m), 浅沟低垄(垄高 10cm ~ 15cm), 沟端封闭以截留径流(暴雨可敞开排洪)。因其形状如“目”字(图 1、2), 故此命名。作物按沟、垄带状

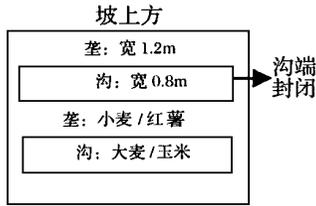


图 1 “目”字型种植平面图



图 2 “目”字型种植立体图

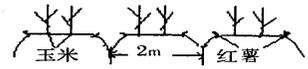


图 3 常规作示意图

Fig. 1 The plan of “目(mu)” planting

Fig. 2 The solid of “目(mu)” planting

Fig. 3 The sketch map of general planting

1.3 研究内容和方法

1. 土壤水分、温度动态监测: 定时分土层测定。水分用土钻取样, 酒精烧失法测定; 土壤温度采用埋地温计于土中定时读数。

2. 水土流失量: 在试验地下方挖蓄水沉沙凼, 在大雨后收集积水和泥沙, 计算径流量和泥沙流失量。

2 结果与分析

2.1 “目”字型种植土壤水分动态

从图 4、5 可知, “目”字型种植较常规平作种植有较好的保水效果, “目”字型配套覆膜技术有更好的效果。1999-07-07 ~ 1999-08-17 (玉米拔节—孕穗—成熟期) 对不同处理土壤水分动态监测表明(图 4、5), “目”字型露地种植沟带(玉米)土壤的表层水分较常规平作高, “目”字型露地沟带(玉米) 0cm ~ 20cm、20cm ~ 40cm 土层平均土壤含水量分别较常规种植高 0.56% (15.46mm) 和 0.34% (11.63mm), 而覆膜地沟带土壤平均含水量较常规种植分别高 2.21% (61.00mm) 和 1.39% (47.54mm); “目”字型露地垄带(红薯)表层(0cm ~ 20cm)土壤含水量较常规种植低 0.49% (13.52mm), 底层(20cm ~ 40cm)又较常规种植高 0.38% (13.00mm)。这也印证了实施“目”字型种植的初衷, 让垄上多余的水分向沟内分配, 造成降水空间差异分配, 耗水量大的玉米种植在沟内, 耗水量小的红薯种植在垄上, 使有限

的水分发挥最大的效用。“目”字型露地种植 0cm ~ 40cm 土壤蓄水(1 395.75m³/hm²)较常规平作土壤蓄水(1 375.20m³/hm²)多 20.55m³/hm², 更进一步证实了“目”字型沟端封闭让降水尽可能地留蓄在土壤中, 从而加大了土壤蓄水功能, 这在丘陵雨养农业区增强坡土抗旱能力是至关重要的。

2.2 “目”字型种植土壤抗旱能力

土壤抗旱天数是农民群众评价土壤抗旱能力常用指标。张世熔^[3]等人研究表明, 根据大雨后晴天数与土壤含水量作直线回归, 利用回归模拟方程, 取含水量为 $W^{\circ}C$ (凋萎系数), 求出的值为土壤最大抗旱天数, 能较好地反映土壤抗旱能力。本文通过对 1999 年玉米各生育期田间水分测定, 用其含水量 $\times 100$ 与抗旱天数用线性回归模拟, 其相关系数均达极显著水平(表 2)。用玉米各生育期回归方程预测在土壤最低有效含水量时, 即作物的抗旱天数。“目”字型露地种植较对照各生育期抗旱天数多 1.1d ~ 5.6d, 平均多 3.3d; “目”字型覆膜地较对照各生育期抗旱天数多 2.1d ~ 10d, 平均多 6.3d。以上分析表明, “目”字型露地较对照有较强的抗旱能力, 而“目”字型覆膜地有更好的效果, 可能原因是“目”字型种植较常规对照拦蓄了更多的天然降水。而土壤抗旱能力必然通过对作物生长的影响从而影响其经济产量, 从表 2 中可以看出, “目”字型仅一项蓄水抗旱措施就较对照增产 11.9%, 而“目”字型配套覆盖较对照增产 28.7%。

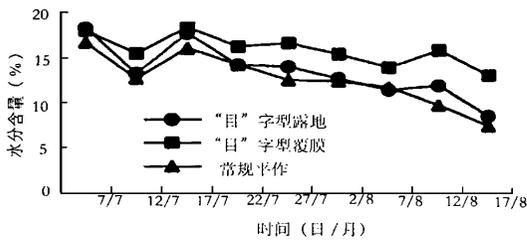


图4 不同处理沟带(玉米)土壤表层(0cm~20cm)水分动态
Fig. 4 The superficial soil(0cm~20cm) water dynamic of the different treatment trench(maize)

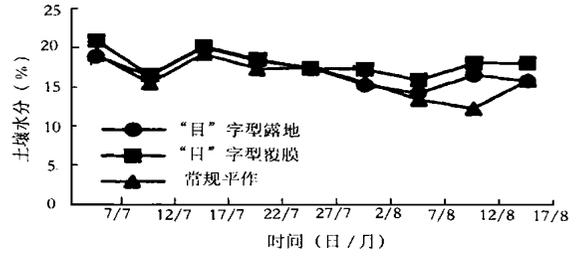


图5 不同处理垄带(红薯)土壤表层(0cm~20cm)水分动态
Fig. 5 The superficial soil(0cm~20cm) water dynamic of the different different trench ridge(sweet potato)

2.3 “目”字型种植土壤温度动态

“目”字型种植配套覆膜技术,除了前述保水抗旱增产作用外,另一个增产因素则来源于热量效应^{4,5}。由于覆膜阻碍着膜内外的热对流,从而减少了土壤中热量向大气的散失。1999年在玉米拔节—孕穗—成熟期(7月7日至8月18日共43d),据对试验地土温的动态监测结果(图6、7,表3),“目”字型覆膜地沟带(玉米)土温明显高于“目”字型露地种植和常规平作,而“目”字型覆膜地垄带(红薯)却低于后两者;“目”字型露地种植增温主要表现在垄带。“目”字型种植覆膜玉米沟15cm处的平均土温,比露地玉米沟高0.86℃(积温37.0℃),比平作对照地高0.77℃(积温33.1℃),而30cm处的土

温则差别不大(露地玉米沟高约0.3℃),说明玉米覆膜确有明显的增温效果,主要表现在根系集中分布的30cm以上的土层。这不仅有利于土壤养分和水分的有效化,提高水肥供给能力,而且通过促进根系生长及活动,加强了对水、肥的吸收利用,从而使玉米显著增产。“目”字型覆膜玉米比露地玉米增产15.0%,比常规平作(露地)玉米增产28.7%,实际上是提高了水、肥的生产效率。同时“目”字型种植本身也有一定的增温效果,主要表现在垄带(红薯),其15cm处的平均土温也比平作对照地高0.94℃(积温40.4℃),显然与垄带红薯贴近地面有利于土壤接受更多的太阳辐射有关,这可能也是“目”字型套种红薯产量高于平作套种红薯的一个重要原因。

表2 “目”字型种植与常规种植土壤抗旱能力比较

Table 2 the comparison of soil drought-resistant capability of the different treatment

处理	玉米生育期	回归模拟方程 (T —抗旱天数, X —土壤含水量% $\times 100$)	抗旱天数 (d)	产量	
				kg/lm ²	%
“目”字型覆膜玉米	拔节晚期	$T = -0.28X + 18.44 (R = -0.9596^{**}, n = 6)$	12.4	7 697	128.7
	孕穗前期	$T = -0.53X + 20.45 (R = -0.9730^{**}, n = 9)$	23.0		
	孕穗后期	$T = -0.40X + 17.67 (R = -0.9822^{**}, n = 10)$	23.6		
	抽穗期	$T = -0.85X + 17.09 (R = -0.9791^{**}, n = 5)$	10.4		
“目”字型露地玉米	拔节晚期	$T = -1.11X + 19.20 (R = -0.9669^{**}, n = 6)$	11.3	6 692	111.9
	孕穗前期	$T = -0.75X + 18.89 (R = -0.9873^{**}, n = 8)$	17.6		
	孕穗后期	$T = -0.51X + 16.48 (R = -0.9576^{**}, n = 11)$	19.2		
	抽穗期	$T = -0.88X + 14.95 (R = -0.9723^{**}, n = 7)$	9.4		
常规平作玉米(CK)	拔节晚期	$T = -1.16X + 17.74 (R = -0.9404^{**}, n = 5)$	9.5	5 982	100.0
	孕穗前期	$T = -0.93X + 20.19 (R = -0.9667^{**}, n = 7)$	5.982		
	孕穗后期	$T = -0.76X + 17.05 (R = -0.9850^{**}, n = 9)$	13.6		
	抽穗期	$T = -0.76X + 13.00 (R = -0.9730^{**}, n = 6)$	8.3		

表 3 “目”字型种植对土壤温度的影响

Table 3 The effect of “mu(目)” planting on soil temperature

试验处理	沟(玉米带)平均土温(°C) ¹⁾		垄(红薯带)平均土温(°C)		玉米产量	
	15cm 土层	30cm 土层	15cm 土层	30cm 土层	kg/hm ²	%
常规平作(CK)	25.83	24.21	24.99	—	5 982	100.0
“目”字型露地	25.74	24.54	25.93	24.23	6 692	111.9
“目”字型覆膜	26.60	24.24	25.24	24.00	7 697	128.7

1) 土温为 1997-07-07~08-18 期间 43d 每天 8:00 和 18:00 两次测定结果的平均值。

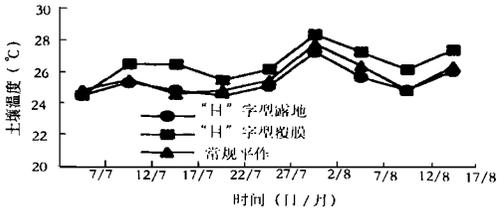


图 6 不同处理沟带(玉米)土壤表层(15cm)温度动态
Fig. 6 The surficial soil(0cm~20cm)temperature dynamic of the different treatment trench (maize)

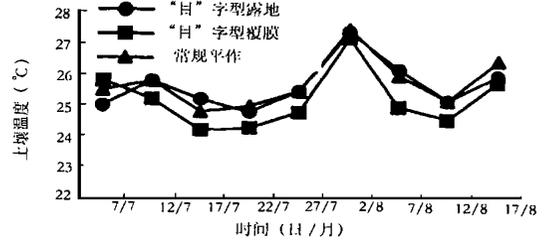


图 7 不同处理垄带(红薯)土壤表层(15cm)温度动态
Fig. 7 The surficial soil(0cm~20cm)temperature dynamic of the different treatment ridge(sweet potato)

2.4 “目”字型种植水土保持效应

“目”字型核心技术不仅提高了土壤的蓄水抗旱能力,充分开发了坡土的生产潜力,而且最大限度的减少了水的流失,控制了土壤流失的动力。1999年7~8月在试区对几次产生地表径流的水土流失分析,“目”字型种植能大量截获地表径流,减少水土流失量(表4),减少水流失量77.6%,减少土流失量81.1%。川中丘陵区紫色岩形成的坡耕地,如能推广此模式,可减少水土流失,大大改善长江中上游生态环境。同时,由于保住了水分,大大地缓解了当地

的旱情。表4中玉米产量是在施肥和其他管理水平相同的条件下测得的,仅此一项蓄水保水措施就能使玉米产量增产14.4%。丘陵坡地旱涝交替出现,洪水过后,可能紧接着就是持续的旱灾,而往往是旱情特别严重,故在没有灌溉条件的丘陵山区,有效利用“土壤水库”的蓄水能力,在雨季充分拦蓄天然降水,这样作为土壤流失的一个载体被控制住了,土壤流失减弱,也是生态环境建设的一项重要措施。同时雨水保住,旱情缓解,作物增产,一举两得。

表 4 不同处理水土保持效益

Table 4 The profits of soil and water conservation of the different treatment

试验处理	地表径流		泥土流失量		玉米产量	
	mm	%	kg/hm ²	%	kg/hm ²	%
“目”字型露地	0.094	22.4	194.25	19.9	6 691.5	114.4
常规平作(CK)	4.040	100.0	977.25	100.00	5 847.0	100.0

注:①水土流失量为7月15日、24日和8月17日、19日4次雨后测定的总和;②试验地坡度为5°左右,土层厚度30cm~50cm,处理是在作物品种、播期、密度、施肥等措施完全一致的情况下测得的。

3 结 语

综上所述,“目”字型种植较对照有明显的增产和水土保持效果。其机理为:

抗旱能力,“目”字型种植0cm~40cm土壤蓄水1359.75m³/hm²,而较常规平作(1375.2m³/hm²)多20.55m³/hm²。各生育期平均延长抗旱天数3.3d,仅此一项措施较对照增产11.9%和28.7%。

1. “目”字型种植核心技术较对照有明显的蓄水

2. “目”字型配套覆膜技术有抑制土壤水分蒸

发、增加土壤温度等作用。这不仅有利于土壤养分和水分的有效化,提高水肥供给能力,而且通过促进根系生长及活动,加强了对水、肥的吸收利用,从而使玉米显著增产。

3.“目”字型种植有明显的水土保持效应,较常规平作减少水流失量 77.6%,减少土流失量 81.1%。川中丘陵区紫色岩形成的坡耕地,推广此模式,可减少水土流失,大大改善长江中上游生态环境。

参考文献:

- [1] 四川省国土局. 四川省土地资源[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1999. 2.
- [2] 刘世全, 李廷轩, 等. 四川农区水土流失及其治理[J]. 四川农业大学学报, 1999 17(4): 432~438.
- [3] 张世熔, 刘世全, 等. 川中丘陵区紫色土抗旱指标研究[J]. 水土保持学报, 2000 14(5): 104~109.
- [4] 佟屏亚. 玉米覆膜栽培概况及发展前景[J]. 耕作与栽培, 1997, (1): 52~56.
- [5] 尉庆丰, 张荣利, 等. 旱地农业中综合保水技术的抗旱增产效应[J]. 土壤通报, 1995. 26(3): 108~110.

Study on the Tillage Pattern of Preserving Soil and Drought-resistant in the Dry-farmland in the Central Hill of Sichuan Basin

PANG Xue-yong, LIU Shi-quan, ZHANG Shi-rong, XIA Jian-guo, CHEN Yuan-xue, and XIANG Shuang
(Sichuan agriculture university, ya'an Sichuan 625014 China)

Abstract: The tillage pattern of “目(mu)” had the very good profits in preserving soil and drought-resistant in slope dry-farmland of Zhongjiang county, Sichuan province from 1997 to 1999. The results have indicated that planting pattern of “目(mu)” had the effects of retaining water and drought-resistant, enhancing soil temperature and soil and water conservation and so on. The soil retaining water of the planting pattern of “目(mu)” (0cm~40cm) was more 20.55m³/hm³ than that of general planting and prolonging drought-resistant 3.3 day in the different bearing period of maize and increasing soil temperature 0.25℃~0.94℃. Moreover, the planting pattern of “目(mu)” also had significant profit of soil and water conservation and decreased 77.6% of runoff and 80.1% of soil loss. It was better the measure of preserving soil and drought-resistant in the dry-farmland in the central hill of Sichuan basin.

Key words: the central hill of Sichuan basin; dry slope-land; preserving soil and drought-resistant; the tillage pattern of “目(mu)”