

半干旱地区坡耕地渗水孔耕作法试验研究

叶振欧 李旭升 贵立德

(甘肃省定西地区水土保持试验站·定西县·743000)

提 要

定西地区属半干旱黄土丘陵沟壑区,农业生产发展缓慢的主要原因是干旱缺水 and 水土流失。经坡地田间聚流技术试验研究表明:渗水孔耕作法,不仅能增强天然降雨入渗,而且还能增加入渗深度,减少地表蒸发,提高了降雨利用率和水分利用效率,达到了保土、增收及合理利用水土资源的目的。

关键词:半干旱地区 渗水孔耕作法 水分利用率

Experimental Study on Tillage Measurements with Infiltration hole in Slope Land of Semiarid Areas

Ye Zhenou Li Xusheng Guei Lide

(Experimental Station of Soil and Water Conservation of
Dingxi Prefecture in Gansu Province, Dingxi, Gansu, 743000)

Abstract

There is a slow speed of developing agricultural production in loess hilly gully areas of Dingxi. The major reasons that influence the speed are drought, less precipitation and soil and water loss. Through the experiments, it was shown that the tillage measures which collect runoff for infiltrating into the hole can not only retain rainfall, but also increase the depth of infiltration and decrease evapotranspiration of soil surface in order to improve the utilization of rainfall and soil moisture. The objectives that preserve the soil, increase the yield and return, and utilize nature resources rationally can be achieved.

Key words semiarid areas tillage measure with infiltration hole utilization of soil moisture

为了探索充分利用天然降雨资源的途径和方法,寻找提高水分转化效率和产量水平的技术措施,我站以拦蓄径流,增加降雨入渗为重点,开展以渗水孔为主要技术措施的试验研究工作。

本项专题 1986 年开设,1991 年底结束,按研究计划已完成试验任务,在小面积试验示范中,农民对该项技术措施的增产效果及方法简单易行表示满意。

一、试验区概况

试验区在甘肃省定西县城关乡的安家坡和榆河两村范围内,海拔高度 1 900~2 250m,气候属于中温带半干旱区,年均气温 6.3℃,≥10℃积温 2 239℃,年日照 2 409h,无霜期 140 天左右,太阳总辐射量 59 200J/(cm².a),生理辐射量占 49%;空气相对湿度 66%,年降雨量少,且时空分布不均匀(见表 1),降雨保证率小,有效性也差。据 5~9 月份(雨季)的降雨日数统计,此期≥10mm 的降雨量有 5.5~14.9 天,占同期雨日(日降水≥0.1mm)的 13%~22%,遇大雨、暴雨有径流产生,据径流资料,坡耕地年均产流 6.5 次,亩均流失水量 14.3m³,合径流深 21.4mm。

表 1 降雨量及其分配表

项 目	春季 (3~5月)	夏季 (6~8月)	秋季 (9~11月)	冬季 (12~2月)	全 年
降雨量(mm)	87.8	220.4	100.7	8.2	425.1
占年降雨量(%)	20.7	51.8	25.6	1.9	100.9
相对变率(%)	46	31	41	68	24

土壤黄绵土,质地中壤;土壤容重除耕层稍小外,其它层次差异极微,平均 1.20g/cm³,田间持水量 21%~22%,凋萎湿度 6% 左右。土壤肥力较低,经测定,土壤有机质、全氮、全磷含量分别为 10g/kg、0.08~

0.1g/kg、1.5g/kg;速效氮、磷、钾含量分别为 5~7mg/kg、3~5mg/kg、40~70mg/kg。因肥料不足,作物年施农家肥 600~700kg/亩,且多集中施在春小麦和洋芋地里,化肥用量每亩均 3.6kg,主要施在麦地。

由于水肥条件及土地经营管理水平等原因,土地生产力处于低水平。据多年资料统计,春小麦亩产 93.2kg,洋芋 154.3kg(折主粮),其它作物 50kg 上下。春小麦、洋芋是当地两个高产作物,其中春小麦面积占农田面积的 50%。

水、肥、光、热是影响农作物生长发育的四大因素,其中水分条件在定西地区是影响农作物生长发育的主要限制因素。土壤水分常年处于亏缺状态,加上降雨量少,且与农时需要不同步,使农作物产量随年际降雨量分布状况而波动,从水分条件看,当地较适合秋田作物。总的来看,水、肥条件差,加上管理经营水平低,是影响生产发展的主要症结所在,而缺水对农作物的胁迫更为显著。

二、试验研究内容

从定西地区干旱少雨,且分布不均,及每年雨季均发生地表径流的实际出发,试验以拦蓄径流,充分利用现有降雨资源,促进生产发展为目的,开展以下试验研究。

1. 坡地田间聚流入渗技术的标准与径流量的关系;2. 聚流入渗技术对产量及水分利用的影响;3. 入渗孔技术适宜性;4. 效益评价。

三、试验设计及观测项目

(一)坡地田间聚流入渗技术的标准对径流量的影响试验

1. 从分散拦截径流,增加入渗的要求,采取以下处理:

(1)坡度: I 10° II 15° III 20°;

(2)入渗孔孔径: I 渗水孔(孔径 25cm), II 地孔(孔径 5cm), III 对照(不打孔);

(3)入渗孔深度: I 100cm, II 70cm, III 50cm;

(4)拦流埂高度: I 10cm, II 15cm, III 20cm。

2. 试验设计。在渗水孔密度(亩均 200 个)、拦流埂高度(10cm)相同条件下,用对比法观测不同坡度,孔径对径流量的影响;在孔密度、埂高及地面坡度(20°)相同条件下,用对比法观测渗水孔孔径、孔深对径流量的影响。并用正交试验观测相同孔深条件下坡度与孔径对径流量影响作用[选用 $L_9(3^4)$ 正交表]和相同坡度下,孔径、孔深及埂高对径流量的影响作用[选用 $L_9(2^7)$ 正交表]。

3、观测项目。在汛期进行径流、泥沙和降雨量及其雨强观测。

(二)聚流入渗技术对产量及水分利用的影响 按径流观测试验设计,在农田布设重复区,进行土壤水分、容重、农作物产量及考种测定并结合降雨径流资料,进行计算整理分析效果。

(三)入渗孔技术应用的适宜性选择,主要观测不同孔深及不同作物对产量的影响

四、结果与分析

(一)坡地田间聚流入渗技术的标准对径流量影响的研究

1. 地面坡度和入渗孔孔径对径流量的影响。据近年来不同坡度(10°、15°、20°)、孔径(渗水孔、地孔),对比试验的径流观测结果表明(见表 2)。在相同孔深(100cm)和拦流埂高(10cm)条件下,径流量随孔径增加而减少,其中渗水孔比对照减少 70.51%,地孔比对照减少 32.47%、泥沙量分别比对照减少 84.68%和 44.68%。

表 2 坡度及孔径对径流的影响

孔径		清水径流 (m ³ /亩)	输沙量 (kg/亩)	清水径流 (m ³ /亩)	输沙量 (kg/亩)	清水径流 (m ³ /亩)	输沙量 (kg/亩)
对 照		8.791	244.076	11.355	484.561	14.609	799.768
渗水孔	实测值	2.107	58.825	2.370	81.460	5.709	93.808
	较对照±%	-75.31	-75.90	-79.13	-81.19	-60.92	-88.27
地 孔	实测值	6.529	150.165	6.396	218.836	10.545	475.99
	效对值±%	-25.23	-38.29	-43.67	-54.84	-27.82	-40.48

注:表中数据为各年实测值的平均数

从表 2 看出,径流量及泥沙量,随坡度增大而增加。经方差检验(见表 3)。表明:径流量与坡度有关,而入渗孔孔径大小对径流量影响显著。虽然坡度是产流的重要因素,但由于入渗孔,特别是渗水孔的拦蓄功能,因而坡度对径流的影响作用不明显。以正交试验结果与对比试验比较,基本相似,但以差异显著的方差检验结果(见表 4)与对比试验比较,则稍有区别,即坡度和孔径对径流量的影响均同样显著。据我们用同等年限资料的统计结果对比,证明对比试验和正交试验结果是一致的。

表 3 方差分析表

方差来源	自由度	离差平方和	均 方	均方比 F	F _α
A(坡度)	2	55.589	27.794	1.29	F _{0.10} (2,12)=2.81
B(孔径)	1	87.376	87.376	4.05	F _{0.05} (1,12)=4.75
A×B	2	1.497	0.748	0.03	F _{0.10} (1,12)=3.81
Se	12	258.541	21.545		
S _总	17	403.003			

表 4 方差分析表

方差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比 F	F _α
A(坡度)	2	0.040 5	0.020 25	10.54	F _{0.05} (2,5)=5.79
B(孔径)	1	0.016 8	0.016 8	8.75	F _{0.05} (1,5)=6.61
S _e	5	0.009 6	0.001 92		
S _{B·e}	8	0.066 9			

2. 孔径、孔深及拦流埂对径流的影响。在地面坡度、拦流埂高度及孔数相同条件下,入渗孔孔深,孔径不同,径流量不同。据对比试验结果(见表 5),渗水孔的清水径流量及输沙量分别比对照减少 71.26%和 74.93%;地孔比对照分别减少 44.32%和 46.96%,表明随孔径增大径流量及泥沙量减少。而孔深在相同条件下,径流量及泥沙量随孔深度变浅而增加,地孔的情况亦是如此。(见表 5)。对其差异进行方差分析(见表 6)表明:孔深对清水径流量的影响很微,但对泥沙的影响较明显;

表 5 孔径、孔深对径流量的影响

孔径		孔 深 (cm)						平 均	
		100		70		50			
		清水径流 (m ³ /亩)	输沙量 (kg/亩)						
渗水孔	年均值	0.832 9	30.388	0.985 5	37.447	1.055 7	45.911	0.958 0	37.915
	较对照±%	-75.02	-79.91	-70.44	-75.24	-68.33	-69.64	-71.26	-74.93
地孔	年均值	1.549 5	65.003	1.658 8	70.771	2.360 5	100.322	1.856 3	78.699
	较对照±%	-53.52	-57.02	-50.24	-53.30	-29.20	-30.66	-44.32	-46.96
对 照								3.333 9	151.234

注:比对照±%为三种孔深分别比对照±%的平均值

表 6 方差分析表

方差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比 F	F _α	
孔径	清水 泥沙	1	2.42	2.42	1.21	F _{0.25} (1,6)=1.62 F _{0.01} (1,6)=13.7
		4	989.88	4989.88	30.80	
孔深	清水 泥沙	2	0.58	0.29	0.15	F _{0.10} (2,6)=3.46
		1	398.17	699.09	4.31	
深×径	清水 泥沙	2	0.24	0.12	0.06	
		2	279.38	139.69	0.86	
S _e	清水 泥沙	6	12.00	2.00		
		6	972.09	162.01		
S _{B·e}	清水 泥沙	11	15.24			
		7	639.52			

孔径与径流量有关,但差异不显著,而对泥沙量的影响则极为显著。说明入渗孔孔径大小对径流泥沙的影响较孔深明显,其中对输沙量的影响大于清水径流量。即渗水孔不仅有较明显的拦蓄作用,而且有显著的减沙作用。

从孔径,孔深和拦流埂高度的正交试验结果看,坡度相同时径流量随入渗孔孔径加大,孔深加深,拦流埂加高而减少。方差检验(见表 7)

表明,孔径大小对径流量的影响极为显著,径流量大小与孔深及埂高有关,但对差异影响不明显,且孔径与孔深、埂高间存在不明显的交互作用。

表7 方差分析表

方差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比F	F α
A(孔径)	1	0.029 5	0.029 5	295.00	F _{0.01} (1,2)=98.5
B(孔深)	1	0.000 7	0.000 7	7.00	F _{0.10} (1,2)=8.53
A×B	1	0.000 7	0.000 7	7.00	F _{0.25} (1,2)=2.57
C(埂高)	1	0.000 7	0.000 7	7.00	
A×C	1	0.000 7	0.000 7	7.00	
e+B×C	2	0.000 2 ⁶	0.000 7	7.00	
S _总	7	0.325	0.000 1	7.00	

3. 拦蓄能力的比较。从近年来连续试验结果看,径流量随地面坡度、入渗孔径、孔深及拦流埂高度的变化而变化,即随坡度变小及入渗孔径、孔深增加而减少。从拦蓄量(即对照区与各处理的径流差值)相比(见表8),随地面坡度、孔径、孔深不同而异。

表8 不同坡度、孔径、孔深拦蓄量统计表

孔径	坡度(°)	测值	孔 深 (cm)								
			100		70		50		合计	平均	
			拦蓄量(m ³ /亩)	比100cm±%	拦蓄量(m ³ /亩)	比100cm±%	拦蓄量(m ³ /亩)	比100cm±%	拦蓄量(m ³ /亩)	拦蓄量(m ³ /亩)	比100cm±%
渗水孔	20	比10°±%	13.735	-6.11	12.896	-6.11	12.511	-8.91	39.142	13.047	156.17
			63.22		63.22		63.22		63.22		
	15	比10°±%	9.994	-6.10	9.384	-6.10	9.102	-8.93	28.480	9.493	63.16
			18.76		18.77		18.75		18.76		
10			8.415	-6.11	7.901	-6.11	7.665	-8.92	23.981	7.994	176.80
			32.144		30.181		29.278		91.603	30.534	
合计平均			10.715	-6.11	10.060	-6.11	9.759	-8.92	30.534	10.178	121.30
地孔	20	比10°±%	6.150	-6.14	5.773	-6.14	3.355	-45.45	15.278	5.093	
			76.37		76.33		76.30		76.34		
	15	比10°±%	7.026	-6.14	6.595	-6.14	3.833	-45.45	17.454	5.818	
			15.46		101.43		311.61		101.45		
10			3.487	-6.11	3.274	-6.11	1.903	-45.43	8.664	2.888	
			16.663		15.642		9.091		41.396	13.799	
合计平均			5.554	-6.13	5.214	-6.13	3.030	-45.44	13.798	4.599	

以不同坡度比较,渗水孔区拦蓄量随坡度增大而增加,其中20°比10°增加63.22%,15°比10°增加101.45%;而地孔区拦蓄随坡度增大而减少。从孔深相比,拦蓄量随孔深变浅而减少(见表8)。可以看出,孔径和坡度对拦蓄量的影响大,孔深影响小。经方差检验(见表9),孔径和坡度对拦蓄量影响极为显著,孔径和孔深构成的孔容积对拦蓄量的影响极显著。至于构成孔容积的孔径和孔深的关系,经相同坡度条件下的方差检验(见表10)。孔径对拦蓄量的影响极为显著,孔深与拦蓄量有关,但不明显。这表明拦蓄能力取决于孔容积大小,渗水孔构成的孔容积大于深地孔,因而拦蓄能力比地孔大。

表9 方差分析表

方差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比 F	F α
A(坡度)	2	40.154	20.077	17.75	F _{0.01} (2,12)=6.93
B(孔径)	1	140.041	140.041	123.82	F _{0.01} (1,12)=9.33
A×B	2	14.238	7.119	6.29	F _{0.05} (2,12)=3.89
Se	12	13.574	1.131		
S _总	17	208.007	20.077		
A(坡度)	2	40.154	30.545	13.29	F _{0.01} (2,10)=7.56
B(孔径)	5	152.728	1.5125	20.19	F _{0.01} (5,10)=5.64
Se	10	15.125			
S _总	17	208.007			

表10 方差分析表

方差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比 F	F α	
B(孔径)	20°	1	94.915	94.915	167.10	F _{0.01} (1,2)=98.5
	15°	1	20.263	20.263	21.19	F _{0.05} (1,2)=18.5
	10°	1	39.102	39.102	226.02	
C(孔深)	20°	2	4.248	2.124	3.74	F _{0.25} (2,2)=3.0
	15°	2	4.506	2.253	2.36	
	10°	2	1.426	0.713	4.12	
Se	20°	2	1.136	0.568		
	15°	2	1.912	0.956		
	10°	2	0.346	0.173		
S _总	20°	5	100.299			
	15°	5	26.681			
	10°	5	40.874			

(二) 聚流入渗技术对产量及水分利用效率的影响研究

聚流入渗技术有显著的拦蓄径流效果,尤其以大孔径的渗水孔效果更好,年亩均拦蓄 10m³ 左右,相当于 15mm 降雨量,不仅能改善土壤水分状况,而且对旱作农业生产有着重要作用。据试验产量结果比较,渗水孔[118.74kg/(亩·a)]比地孔[89.88kg/亩·a]增产 32.11%,比对照[68.19kg/(亩·a)]增产 74.13%,地孔比对照增产 31.81%。

渗水孔有如此明显的增产效果,主要是能够拦蓄径流,增加土壤水分。由汛期前后土壤含水量看(见表 11),从回升的水量比较,渗水孔(44.60mm),比地孔(28.01mm),对照(30.89mm)多,特别是当一次降雨量较大时,能形成有利于作物吸收利用的垂直分布,如 1989 年一次降雨量 37.1mm,0~40cm 比对照增加 22%,40~120cm 增加 56%,120~200cm 增加 13%,因而对作物(以春小麦为例)的生长发育有利。据观测记载,结实小穗率比对照增加 5.71%,地孔比对照增加 0.87%,穗粒数、穗粒重及千粒重也高于地孔和对照。

表 11 降雨入渗及土壤剖面水分分布表

时 期	渗 水 孔					地 孔					对 照				
	0~ 50cm	50~ 100cm	100~ 150cm	150~ 200cm	合计	0~ 50cm	50~ 100cm	100~ 150cm	150~ 200cm	合计	0~ 50cm	50~ 100cm	100~ 150cm	150~ 200cm	合计
汛前 (mm)	39.97	35.46	38.09	42.44	155.96	37.70	34.77	40.57	45.18	158.22	47.30	37.53	39.90	47.10	171.83
汛后 (mm)	59.48	45.88	47.32	47.88	200.56	53.90	42.04	43.27	47.02	186.22	66.29	45.57	42.89	47.97	202.72
差异 (mm)	19.51	10.42	9.23	5.44	44.60	16.20	7.27	2.70	1.84	28.01	18.99	8.04	2.99	0.87	30.89
比汛前 ±%	48.81	29.39	24.23	12.82	28.60	42.97	20.91	6.66	4.07	17.70	40.15	21.42	7.49	1.85	17.98
分布比 (%)	43.74	23.36	20.70	12.20	100.00	57.84	25.95	9.64	6.57	100.00	61.47	26.03	9.68	2.82	100.00

从回升水量在土层内的分布相比,尽管随土层自浅而深递减是各处理的共同特征,但各土层回升数量及占总量的比例确因措施而异。入渗孔技术能使水量的剖面分布差异减少,渗水孔比地孔更明显(见表 11)。从统计结果看(见表 12)

表 12 水量回升分布比较

处 理	参 数				稳 定 性
	n	$\sum x$	\bar{x}	$x\delta_{n-1}$	
渗水孔	9	3.593 1	0.399 2	0.104 24	3.83
地 孔	9	2.727 3	0.303 0	0.117 00	2.59
对 照	9	2.323 1	0.258 1	0.112 96	2.28

渗水孔的水分回升量多于地孔和对照,土层间变化(以标准差及离差系数表示)小于地孔和对照。表明入渗孔能增加土壤深层水分回升量,渗水孔的效果高于地孔。这与径流自孔进入土层下渗有关,并有利于水分贮存利用。据各处理水分利用率相比(见表 13),渗水孔(0.399 2)比地孔(0.303 0)

表 13 水分利用效率比较

项 目	渗 水 孔				地 孔				对 照			
	坡 度 (°)											
	10	15	20	平均	10	15	20	平均	10	15	20	平均
生育期耗水量(mm)	285.74	299.36	277.03	287.38	296.49	30.145	277.00	291.65	267.22	254.59	281.29	267.70
产量(kg/亩)	104.67	130.18	121.38	118.74	78.60	110.27	80.76	89.88	46.48	91.16	66.99	68.19
利用效率(kg/mm)	0.3511	0.4214	0.4252	0.3992	0.2464	0.3661	0.7966	0.3030	0.1752	0.3644	0.2347	0.2581

对照(0.258 1)相对提高 31.75%和 54.67%,地孔比对照提高 17.40%,不同坡度都具有如此趋势。历年水分利用效率统计表明(见表 14),渗水孔不仅可使水分利用效率(\bar{x})高于地孔和对照,而且各年间的变化($x\delta_{n-1}$ 和 Cr)小于地孔和对照,稳定性有所提高,是渗水孔的又一重要作用。

(三)入渗孔技术应用的适宜性

渗水孔有显著的拦蓄及增产作用,并随孔径孔深增大而增加。为尽快推广应用,在定位试验与农户示范验证相结合的试验研究中,着重考察孔深及作物种类差异对增产的影响。

表14 水分利用效率稳定性的比较

项 目	参 数					稳定性
	n	$\sum x$	\bar{x}	n-1	Cv	
渗水孔	9	3.593 1	0.399 2	0.104 24	0.261 1	3.83
地孔	9	2.727 3	0.303 0	0.117 00	0.386 2	2.59
对照	9	2.323 1	0.258 1	0.112 96	0.437 7	2.28

1. 定位试验。据不同入渗孔深度的对比试验,拦蓄能力随孔深加深而提高(见表15),产量与水分利用效率也随孔深而异。以渗水孔不同孔深的产量结果相比,100cm和70cm比50cm孔深分别增产16.90%和10.3%,但100cm比70cm的增产幅度较小。二者的水分利用效率相似,从省工易行、便于耕作、且不影响增产等多方面因素考虑,以70cm深的渗水孔比较适宜。而地孔虽便于耕作和易行,但从产量及水分利用效率来看,都不及渗水孔的效果显著。

素考虑,以70cm深的渗水孔比较适宜。而地孔虽便于耕作和易行,但从产量及水分利用效率来看,都不及渗水孔的效果显著。

表15 入渗孔深度的效果比较

项 目		渗入孔孔深(cm)				地孔孔深(cm)				对 照 0(cm)
		100	70	50	平均	100	70	50	平均	
产 量 (kg/亩)	年均值	272.07	256.60	232.67	253.78	207.61	200.44	170.87	192.97	129.23
	比对照±%	110.53	98.50	80.04	96.38	60.65	55.10	32.22	49.32	—
	比50cm±%	16.93	10.28	—	—	21.50	17.30	—	—	—
利用效率 (kg/mm)	年均值	0.8662	0.8716	0.8244	0.8540	0.6871	0.6785	0.5756	0.6471	0.4444
	比对照±%	94.91	96.12	85.51	92.17	54.61	52.67	29.52	45.61	—
	比50cm±%	5.07	5.72	—	—	19.37	17.88	—	—	—

作物种类方面,据当地两大主要作物春小麦和洋芋对比试验(见表16),三种处理的洋芋产量均高于春小麦。表明洋芋产量水平高于春小麦,这与品种特性及当地降雨条件的匹配程度有关;同时表明使用入渗孔技术更能发挥其生产潜力。从同一种作物在渗水孔、地孔、对照三种处理中所表现的增产率不同(见表16)。如渗水孔、地孔洋芋分别比对照区洋芋增产146.30%和55.41%,证实使用渗水孔技术更能发挥作物的生产潜力,水分利用效率也得到提高。经差异显著性检验

表16 不同处理作物比较

项 目		渗 水 孔				地 孔				对 照			
		洋芋	春小麦	平均	洋芋比春小麦±%	洋芋	春小麦	平均	洋芋比春小麦±%	洋芋	春小麦	平均	洋芋比春小麦±%
产 量 (kg/亩)	年均值	230.54	82.01	157.27	181.11	145.47	57.67	101.57	152.24	93.60	51.00	72.30	83.53
	比对照±%	146.30	60.80	116.14	—	55.41	13.08	40.48	—	—	—	—	—
利用效率 (kg/mm)	年均值	0.7630	0.4282	0.5956	78.18	0.4986	0.2823	0.3904	76.62	0.3366	0.2256	0.2811	49.20
	比对照±%	126.67	89.80	111.88	—	48.12	25.13	38.88	—	—	—	—	—

注:洋芋产量按主粮计入表中。

(见表17)作物品种不同对产量及水分利用效率影响,其差异可达 $\alpha=0.25$ 的显著水平。可见,渗水孔技术可使作物获得明显增产,而且用于洋芋的增产作用更加显著。

表 17 方差分析表

方差来源		自由度	离差平方和	均方	均方比 F	F _α
A(处理)	产量	2	14 543.969	7 271.984	0.81	F _{0.25(1,6)} =1.62
	水分利用		0.206 4	0.103 2	0.03	
B(作物)	产量	1	25 947.701	25 947.701	2.91	
	水分利用		0.155 9	0.155 9	1.25	
A×B	产量	2	5 641.335	2 820.667	0.32	
	水分利用		0.024 3	0.012 2	0.10	
Se	产量	6	53 543.763	8 923.960		
	水分利用		0.749 5	0.124 9		
S _{B.R}	产量	11	99 676.768			
	水分利用		1.136 1			

2. 农户示范验证。定位试验的同时,在农户中进行小面积示范,由农民实施,4年累计示范 850 多亩,取得显著增产效果。据示范产量抽查统计(见表 18),渗水孔洋芋平均单产比大田垄作洋芋增

表 18 示范田产量统计

作物		孔 深 (cm)				大田对照
		100	70	50	平均	
洋芋	面积(亩)	17.5	79.1	63.4	160.00	392.5
	年均单产(kg/亩)	152.01	374.93	323.81	283.58	134.36
	比对照±%	13.14	179.05	141.00	111.06	—
春小麦	面积(亩)	3.75	5.0	5.0	13.75	113.6
	年均单产(kg/亩)	104.06	160.00	127.00	130.35	117.43
	比对照±%	-11.39	36.25	8.15	11.00	—
平均	面积(亩)	21.25	84.1	68.4	173.75	506.10
	年均单产(kg/亩)	128.04	267.46	225.40	206.97	125.89
	比对照±%	1.71	112.46	79.04	64.40	——
洋芋比春小麦±%		46.08	134.33	154.96	117.55	14.42

产 111.06%,春小麦比对照增产 11.00%,两种作物平均比对照增产 64.40%。示范表明:渗水孔的增产作用明显,用于洋芋的增产效果突出;从孔深相比,以 70cm 的增产幅度最大。

3. 渗水孔技术要求的耕作制度。渗水孔耕作法是充分利用径流资源用于农田生产的聚流生产技术,是通过孔、埂结合实现田间分区聚流入渗,为保证其功能的发挥,需要不同于一般耕作技术的耕作法。

(1) 渗水孔技术的田间实施及保存期受汛期制约,孔、埂布设可在播种后进行,最迟须在汛前完成,保证拦蓄需要。在田间的保存期为汛期过后,特别是夏收后,正是汛期高峰,夏耕时必须保证孔、埂的完好程度及孔口的覆盖,否则影响对径流的聚集导渗及对孔内水分散失的抑制。对秋田只需在播种后布设好孔、埂及孔口覆盖,其它按习惯耕作法进行。

(2) 入渗孔技术有很强的拦蓄能力。因此采用入渗孔技术后,夏耕时可以不进行以接纳降雨、增加土壤蓄水能力为目的深耕,便于更多的径流自孔入渗转为土壤深层贮水,有利于保墒及水分利用

效率的提高。

(3)孔口覆盖是抑制孔中水分散失的对策。覆盖材料可就地取材,如杂草、地边野草,废旧塑膜以及家电包装用的泡沫塑块等均可,但要防止大风吹失或腐烂物落入孔中降低抑制效果。因此,要注意检查和及时处理,此项工作可结合田间管理工作进行。

五、效益分析

1. 经济效益。本项技术与大田生产相比,在投入量(包括劳力、肥料、资金、设备等)方面,除每年布孔需增加用工外,其它不变。新增效益主要是本项技术较大田新增产量,扣除用工的折价即是净效益(见表 19)。

表 19 渗水孔的效益估算

作物	投入量		产出量					经济效益			
	劳力 (个)	折价 (元)	大田 (kg/亩)	渗水孔 (kg/亩)	增产 (kg/亩)	单价 (元/kg)	增产值 (元/亩)	净增产值 (元/亩)	净增 (%)	每个工产 值(元/工)	每个工净 利(元/工)
洋芋	6.0	12.00	93.60	230.54	136.94	1.00	136.94	124.94	133.48	22.82	20.82
春小麦	6.0	12.00	51.00	82.01	31.01	0.50	15.51	3.51	13.76	2.59	0.59
平均	6.0	12.00	72.30	156.28	83.98		76.23	64.23	107.86		
洋芋比春 小麦±%	0.0		83.53	181.11	341.60						

注:洋芋产量按主粮计算,每个工按 2.00 元计算,籽种投入洋芋 25kg/亩、小麦 14kg/亩

洋芋每亩增产值 136.94 元,春小麦增值 15.51 元,扣除新增投劳折价,每亩洋芋净增产值 124.94 元,春小麦净增产值 3.51 元,净增产值分别比大田提高 133.48% 和 13.76%。可见,渗水孔的增产效果及经济效益明显,洋芋比春小麦更显著。

2. 保肥效益。据试验亩年均拦蓄 431kg 泥沙,以当地目前土壤肥力水平换算,渗水孔每年亩均拦蓄全氮为 0.39kg,全磷 0.65kg,速效钾 0.024kg。其折成商品化肥已相当近年亩均化肥施用量。因此,从拦蓄泥沙效益来看,对保护土壤肥力,具有十分重要的作用。

3. 推广应用前景。据土壤普查全区有耕地 11 064 万亩,其中 88% 是山坡地,除梯田面积外尚有坡耕地 78.77 万亩。另据有关统计资料年平均洋芋播种面积 98.21 万亩,有农业人口 222 万人,若按 4 人一亩,即 55.5 万亩洋芋采用渗水孔耕作技术,每亩增产 80kg(试验、示范田增产 130~150kg)计,可增产洋芋 4 440 万 kg,扣除劳力投入,净增产值(4 440~6 666)3 774 万元。每个农民增加收入 17 元(0.25 亩地、增加投劳 1.5 个)。从作物布局,增产及经济效益等方面看,本项技术仅用于洋芋种植就有发展前景。

六、结 论

(一)定西地区的农业生产发展缓慢,产量低而不稳的重要原因之一是干旱缺水,实施聚流生产是本区旱农耕作的重要途径和措施。坡耕地聚流方式是通过入渗孔结合拦流埂在田间分区(亩均 200 个孔)拦截导流,增加入渗来实现利用径流。

(二)地面坡度是产流量大小的主要因素,入渗孔容积是拦蓄径流的基础,拦蓄量随地面坡度、孔容积增加而增加,入渗孔孔径对拦蓄量的影响极为显著,达到 $\alpha=0.01$ 的显著水平;孔深的影响达到 $\alpha=0.25$ 的显著水平;而拦流埂的作用很微。因此,从拦蓄径流的需要,在陡坡地采用 70~

(下转第 32 页)

劳雇工 100 个计,年、劳治理面积 0.09~90ha 是完全可以实现的。可加快治理速度 20%~25%。

(二)在大力推广窄面梯田建设的同时,不能放松对有灌溉条件的地区,修建农田基本建设,为农田灌溉,机械化作业和集约经营,提供便利条件。

(三)窄面梯田水保效益及经济效益明显。据试验,比坡耕地减少径流 75%以上,减沙保肥效益在 80%以上;土壤含水量(在汛期)增加 15%~30%;土壤养分含量增加 15%~20%,新修梯田当年增产 20%~35%,如搞好梯田土壤培肥,增产效益将会更明显。

(四)窄面梯田的土堰,尚可发展堰边利用,据试验山楂和黄花菜均可种植,其产量也随种植年限增加而增多。

~~~~~  
(上接第 20 页)

100cm 深的渗水孔适宜,平缓坡地采用 50cm 渗水孔。至于拦流埂,一般能达到导流入孔的高度(10~15cm)即可。

(三)渗水孔的功能主要表现在两方面:一是拦蓄,试验表明平均每亩拦蓄清水径流 10m<sup>3</sup> 左右,回收径流 71%,地孔回收 32%;拦蓄的泥沙,以目前土壤肥力计,相当于当前平均化肥的施用量;二是增产及提高水分利用率。由于拦蓄不仅改善了土壤水分状况,并形成利于作物根系利用的水分垂直分布状态,而且又保护了土壤肥力,从而有利于作物的生长发育,试验表明:渗水孔可增产 74%,地孔增产 32%,示范田比大田增产 60.8%~146.3%。由于径流入孔下渗,增加土壤深层贮水,减缓蒸发,使水分利用效率明显提高,渗水孔比对照提高水分利用率 54.67%,地孔提高 17.48%。

(四)试验结果表明:渗水孔的拦蓄能力,农作物产量及水分利用效率随孔深增加而提高,但不同孔深相比,以 70cm 渗水孔的效果较佳,而且省工、易于耕作。不同作物相比,春小麦和洋芋都可使用该项技术,但用于洋芋的效果更显著,经我们田间试验的农户示范均得到相同结论。

(五)该项技术即有利于保持水土,又能增加农作物产量,而且经济效益也较好,春小麦每亩扣除投劳净增收 3.51 元,洋芋亩均净收入 124.94 元。从当地历年平均种植的洋芋面积(98.21 万亩)及坡耕地面 78.77 万亩看,有推广应用条件。若按每 4 人一亩洋芋,用渗水孔技术种植,则可增加净收入 3 774 万元,全区农民人均增加收入 17 元,若按试验及示范田增产幅度推算可增加 6 934.17~8 281.71 万元,每人增加 31.24~37.31 元。可见,应用推广该项技术具有广阔的前景。