

黄土丘陵区旱地农业种植制度的研究*

孙纪斌

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
(水利部)

提 要

为了探讨黄土丘陵区旱地农业增产潜力与技术途径, 1986年至1990年在干旱、半干旱地区的宁夏南部彭阳县残塬丘陵, 进行了旱地农业种植制度研究。通过研究认为, 以草—畜—肥—粮的综合措施为中心, 建立以抗旱保墒, 选育及引进作物优良品种, 优化耕作栽培技术的旱地农业种植制度, 是黄土丘陵区旱地农业实现高产稳产的基础和保证。

关键词: 黄土丘陵区 旱地农业 种植制度

A Study on Cropping system of Dryland Farming in Loess Hilly Areas

Sun Jibin

(Northwestern Institute of soil and water Conservation, Academia sinica and
Ministry of Water Resources, Yangliang, Shaaxi, 712100)

Abstract

In order to discuss productive potentialities and technical ways of dryland farming in Loess hilly areas, a study on cropping system of dryland farming was carried out in the eroded tadaeland hilly areas located in Pengang County of the South Nongxia during 1986—1990. According to the study, it is concluded that the cropping system of dryland farming is taking the comprehensive measures of grass—animal husbandry—nutrients—grain as a centre, and building a system of the drought—resistance and preservation of soil moisture, selection and introduction for fine varieties of crops, optimal tillage and cultivation. This system is the foundation and guarantee to obtain high— and steady—yield for dryland farming in Loess hilly areas.

Key words: loess hilly areas dryland farming cropping system

一、前 言

本项研究的目的是在合理规划土地、调整粮、经、饲作物布局,研究提出适宜于黄土丘陵区总体经济效益高、生态效益好、用地养地结合、持续稳产高产的农田种植制度模式,使土地生产力有较大幅度的提高,并有利于建立一个良性循环的农业生态系统。

试验点设在宁夏彭阳县北部的洞子硷,属于黄土残塬丘陵,年平均气温 7°C ,年降雨量在 $450\sim 500\text{mm}$,年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2\ 500\sim 2\ 750^{\circ}\text{C}$,无霜期 $150\sim 160$ 天。

试验点有村民40户,耕地面积1 680亩,人均6.3亩。试验前作物布局状况:粮食作物面积占耕地面积76.5%,其中夏粮面积占粮食作物面积的90.2%,秋粮占9.8%。在粮食作物中小麦占粮田面积85.2%,而且连茬严重,达10年之久,豆类作物仅占5%。人工草地面积占耕地面积的12.5%,经济作物面积占12%。每头耕畜负担耕地 $25\sim 30$ 亩,在各类作物中施肥面积占50%,有40%农田从未施过农家肥和化肥。粮食亩产长期徘徊在 $45\sim 50\text{kg}$ 左右,而且很不稳定。

土壤分两类:1.淡黑垆土:多分布在旱塬地,有机质含量 $8\sim 12\text{g/kg}$,含氮 0.6g/kg ,速效磷 $3\sim 5\text{mg/kg}$ 。2.湘黄土:主要分布在旱坡地,旱塬也有少量分布,有机质 $5\sim 9\text{g/kg}$,全氮 0.4g/kg ,速效磷 3mg/kg 。

试验自1986年至1990年进行。试验前(1985年)属降雨量较多年份,年降雨量 521mm ,1986~1987年为连续干旱年份,1986年降雨量 283mm 、1987年 400mm 、1988~1989年气候较正常,降雨量分别为 510mm 和 446mm 。

二、试验的技术措施方案

本试验自1986年开始,按制定的农田种植制度方案,调整作物种植结构,改进轮作栽培方法,压耗增养,压夏增秋,扩大人工草地。根据农田改制试验研究结果,该类型区的合理作物布局为粮食生产在总耕地中占65%,济经作物(以油料为主)占10%,草地占25%。粮食中夏秋比为7:3,豆类占粮田的18%~20%。我们采取了以下技术措施:

(一)合理轮作 因地制宜的改革以往单一种植粮食为粮豆、粮草合理轮作,牧草纳入农作制之中,以达到合理利用土地和提高土地生产力的目的。

(二)退耕与提高单产同步 调整作物布局,改进耕作栽培方法,增加养地作物比例,和投入适量化肥,做到退耕还牧和提高粮食单产同步。

(三)广开肥源提高土壤肥力 农田种植改革的核心,是尽快提高地力,增产增收。在各种作物轮作区中,对农田采取以用为主,用养结合的方法,在不影响当年粮食生产的同时,利用麦收后复种绿肥,实行生物养田,可培养地力发展畜牧业,提供大量肥源,以促进农业生产发展并使农田生态系统进入良性循环。

具体技术措施为:

1. 建立抗旱保墒技术体系: (1)夏季灭茬深翻改土,蓄水碾压保墒,在冬小麦收获时,正值入伏雨季,是蓄水保墒时期,改浅翻为深翻,中秋进行耙耱收墒,入冬初期和作物播种前后碾压保墒,做到“秋雨春用”; (2)改春翻为秋翻地,以利蓄积天然降水,增强土壤水库功能,提高水分利用率。

2. 建立合理的土壤培肥体系:按不同作物组合轮作,使豆类播种面积占到粮田面积的18%

~20%，以利用倒茬培肥地力。改过去浅施肥为深施肥，提高肥料利用率。

3. 增加强壮役畜数量，改进耕作机具，实行深翻改土，深施肥，逐步改善土壤环境。

4. 健全种植体系，良种良法，改撒播为条播，引进繁育和推广适宜于本区抗旱耐寒早熟优良品种，推行高产栽培规范化，开发农田生产力，提高粮食产量。

5. 扩大草地面积，种好人工草地，要象对待粮食作物那样认真对待种草和草地利用，提高产草量，发展畜牧业增加经济收入。

6. 加强技术培训，宣传农业种植制度改革的意义和办法，及有关旱农栽培技术知识。

三、试验结果与效益

(一) 提高粮食生产与退耕还牧 自1986年起调整作物种植结构，压缩粮田面积，增加养地作物比例（见表1）。

表1 作物布局状况及调整结果

作物名称	1985年作物 布局状况		1986年作物 布局调整		1987年作物 布局调整		1988年作物 布局调整		1989年作物 布局调整	
	面积(亩)	%	面积(亩)	%	面积(亩)	%	面积(亩)	%	面积(亩)	%
	1. 粮食作物	1 109	76.5	1 022	70	1 114	67.7	1 038	67.4	960
(1)夏粮	1 000	90.2	811	80.4	887	79.6	790	76.1	685	71
小麦	944	85.2	700	68.5	693	62.2	600	57.8	515	53
豆类	56	5.0	122	12	195	17.4	190	18.3	170	18
(2)秋粮	109	9.8	200	19.6	227	20.4	248	23.9	275	29
糜子	18	1.6	26	2.5	45	4.0	23	2.2	40	4.2
谷子	18	1.6	54	5.3	55	5.0	145	14.0	110	11.5
莜麦	30	2.7	50	5.0	50	4.6			49	5.1
洋芋	61	5.5	70	6.8	76	6.8	80	7.7	76	8
2. 油料	159	11.0	189	13.0	197	12.0	128	8.3	125	8
3. 人工草地	181	12.5	246	17.0	333	20.3	374	24.3	455	30

从表1看，由1986年调整种植结构到1989年，与1985年相比较，各种作物占地比例：粮田面积压缩14.5%，豆类提高13%，人工草地提高17.5%，秋粮扩大19.2%。通过4年作物种植结构调整及种草、发展畜牧业，以牧促农的同时，结合旱农耕作技术，使各轮作区粮食产量有了显著提高（见表2）。

从表2的作物产量结果看，经过4年种植结构改革和调整，取得了退耕还牧和提高单产的同步效益。1986年干旱使各种作物生长受到一定影响，1987年大旱使豆类作物严重减产，1988年夏收时遭受冰雹灾害，使小麦减产20%。4年亩产分别比试验前的1985年亩产50kg增产76%、88%、178%、218%，4年平均亩产119kg，为1985年的1.4倍。1987年较1986年增产7.8%；1988年较1987年增产32.6%；1989年较1988年增产17.7%。同时1989年旱塬440亩冬小麦平均亩产180kg，其中西引一号小麦品种40亩，亩产达261kg。旱坡地采取水土保持耕作法，80亩小麦亩产平均110kg。秋粮200多亩，平均亩产218kg，谷子采用拦水保土的平播培垅种植110多亩，平均亩产

表2 4年粮油产量结果

项 目	面 积 (亩)				亩 产 量 (kg)				总 产 量 (kg)			
	1985年	1986年	1987年	1988年 1989年	1985年	1986年	1987年	1988年 1989年	1985年	1986年	1987年	1988年 1989年
总 耕 地 (亩)	1 449	1 449	1 636	1 540 1 540								
1. 粮作面积	1 109	1 022	1 114	1 038 960	50	88.1	94	135.1 159	55 418	89 542	91 063	138 791 152 799
夏粮	1 000	822	887	790 685	42.2	80	73.5	105 141	42 208	66 437	58 471	81 751 96 055
小 麦	945	700	620	600 515	42.5	76	80.5	114.5 154	40 154	53 200	49 910	68 700 79 310
豆 类	56	122	183	190 170	37	108.5	47.3	68.5 98.5	2 054	13 237	8 561	13 015 16 745
秋粮	109	200	227	248 275	121	118	173	230 222	13 210	23 105	32 592	57 040 56 744
糜 子	18	15	45	23 40	37.2	46	101	200 201	670	690	4 545	4 600 8 040
谷 子		25	55.1	145 110		175	161.5	220 221		4 375	8 882	31 900 24 310
苽 麦	30	50	51		50.5	99.5	40.5		1 515	4 975	2 065	
洋 芋	61	70	76	80 76	131.5	165	225	245 272	8 022	11 550	17 100	19 600 20 670
荞 麦				49		50.5	57	52 76	3 003	1 515		2 520 3 724
2. 油 料	159	189	197	128 125	44	77.5	75	65 66.8	6 940	14 483	14 775	8 320 8 350

202kg, 其中14亩亩产达350kg, 较平播不培垌亩产184kg增产17%~24%。油料产量4年分别较1985年增产52.1%、53.1%、30.7%, 1988年因冰雹灾害较1987年减产14%, 1989年较1988年略有增产。

(二) 不同轮作组合的效益 本试区为一年一熟制共分4个轮作区, 5种作物组合:

(1) 塬地 (I区) 粮豆4年轮作制 (称养地耗肥作物组合) 豌豆—小麦—小麦—谷子 (洋芋); (II区) 粮油4年轮作制 (称养地及济经作物组合) 麦收后复种绿肥—亚麻—谷子 (洋芋)—荞麦

(2) 坡地 (III区) 粮豆4年轮作制 (称养地作物组合) 扁豆—小麦—小麦—糜子 (荞麦); (IV区) 粮草4年轮作制 (称养地耗肥作物组合) 麦收后复种草木樨—草木樨—小麦—小麦—谷子

从不同作物组合轮作的生产效益结果看, 其生物学产量、经济学产量和经济效益是不同的, 生物学产量以第I区为最高。4年平均为407.8kg/亩, 其次为第IV区年平均307kg/亩。这两个轮作的优点是耗肥作物配有养地作物有利于地力的恢复和提高。经济收入以第I区为最高, 其次为第III区, 二者的年平均收入分别为113.5元/亩、99.7元/亩, 实现了当年增产的目的。其它各区的产量及经济效益见表3。

表3 不同作物组合轮作区产量经济效益

区号	生物学产量 (kg)					经济学产量 (kg)					经济效益 (元)				
	1986年	1987年	1988年	1989年	平均	1986年	1987年	1988年	1989年	平均	1986年	1987年	1988年	1989年	平均
I	366	387	401	477	407.9	145	158	201	282.5	196.6	83	92.1	112	167	113.5
II	314	346	389	408	364.3	128	134	193	263	179.5	76	81.3	97	142	99.1
III	241	268	304	368	295.3	89	92	116	153	112.5	77.6	82.1	104	135	99.7
IV	254	274	316	384	307.0	86.5	96	111	156.8	112.6	64.5	83.0	92	134	93.4
对照	220	241	248	273	245.5	76	84	92.5	110	90.6	49.6	58.5	83.4	106	74.4

表4 不同作物组合土壤养分含量

年 限	豌豆—小麦			扁豆—小麦			绿肥—谷子			草木樨—小麦		
	有机质	全氮	速效磷P									
	(g/kg)	(g/kg)	mg/kg	(g/kg)	(g/kg)	mg/kg	(g/kg)	(g/kg)	mg/kg	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)
第1年	11.32	0.68	1.845	3.35	0.781	2.825	12.74	0.81	2.825	11.71	0.64	2.335
第2年	11.647	0.83	4.905	5.18	0.39	3.725	12.64	0.83	4.595	12.78	0.80	5.245
第3年	12.862	0.85	4.965	5.92	0.40	3.890	12.75	0.86	4.630	12.82	0.80	5.150

种植体系的核心, 是如何提高地力, 促进农业生产的发展。1986年试验开始时, 在有机肥料缺乏的条件下, 除采取粮豆、粮草轮作外, 每年复种绿肥250多亩, 结合深翻改土、抗旱保墒等耕作方法, 培肥地力, 并充分利用农田水分。各组合土壤养分及其各作物水分利用结果, 见表4、表5、表6、表7。

不同耕深生产效益

作物	冬小麦			谷子			对土壤分水利用率(%)	
	浅翻 (15cm)	深翻 (25cm)	比浅翻增产 (%)	浅翻 (15cm)	深翻 (25cm)	比浅翻增产 (%)	浅翻	深翻
产量(kg)	128	165.5	29.3	233	328	40.8	48.2	62.3

表6 不同土地主要作物水分利用状况

作物	原地			坡地			备注
	籽粒产量 (kg/亩)	耗水量 (mm)	水分利用效率 (kg/mm·亩)	籽粒产量 (kg/亩)	耗水量 (mm)	水分利用效率 (kg/mm·亩)	
冬小麦	154	426.6	0.36	117.5	308.2	0.38	洋芋按折 粮计算
谷子	202	378.2	0.53	148.0	361.5	0.41	
洋芋	273.5	352.6	0.78				

表7 地力水平与水分转化效率

目		对照 (不施化肥)	N: 1.38(kg/亩) P: 0.36(kg/亩)	N: 2.78(kg/亩) P: 0.72(kg/亩)	N: 4.14(kg/亩) P: 1.08(kg/亩)	备注
冬麦	亩产量(kg) 水分利用效率 (kg/mm·亩)	125.5 0.35	133.50 0.45	150 0.52	173 0.60	亩施农家 肥1750kg
豌豆	亩产量(kg) 水分利用效率 (kg/mm·亩)	66 1.03	76.5 0.85	83.5 0.81	89.0 0.77	亩施农家 肥1750kg
谷子	亩产量(kg) 水分利用效率 (kg/mm·亩)	108 0.36	186.5 0.45	216.5 0.47	350 0.50	亩施农家 肥1750kg
洋芋	亩产量(kg) 水分利用效率 (kg/mm·亩)	181.6 0.25	208.5 0.27	3.00 0.29	311.7 0.30	亩施农家 肥1750kg
亚麻	亩产量(kg) 水分利用效率 (kg/mm·亩)	48 0.16	53.5 0.18	61.0 0.20	66.5 0.22	压青绿肥

农田改制与新技术相结合, 1988年使用抗旱剂, 保水剂处理作物种子, 增产效果显著, 小麦、谷子等增产15%左右, 而且方法简单易操作, 成本低, 深受广大农民欢迎, 3年来已扩种2.1万亩左右, 其中小麦1.5万亩; 谷子0.2万亩; 胡麻0.3万亩, 见表8。

表8 抗旱剂处理作物种子增产效果

调查面积 (亩)	冬小麦 (kg/亩)			调查面积 (亩)	谷子 (kg/亩)		
	抗旱剂 2	对 照	增产 %		抗旱剂 2	对 照	增 产
256	160	133.5	19.9	150	266.5	233	14.4

(三)所取得的经济、生态、社会效益

(1)粮油副业生产收益:从1986年调整种植结构,结合旱地农业耕作措施,在当年秋旱严重情况下(7月至9月降雨量109mm),全年农牧业生产获得较好的收成。人均产粮387.2kg,比1985年的241kg增产61%,人均产油56.4kg,比1985年增产47%。

1987年继续调整种植结构,采取深翻改土,合理施肥等,在当年大旱的情况下(3月至10月降雨量162.1mm),除豆类减产外,当年粮食生产比1986年增产7.8%,人均产粮405.2kg,较1985年增产68.1%,人均产油63.2kg,比1985年增产52%,较1986年增产11%。

在1988年的种植结构中,适当压缩小麦和低产耗肥作物,扩大秋粮作物和人工草地。1988年气候适宜,作物生长良好,获得好收成,全年粮食总产较1985年增长1.57倍,较1986年增产37.4%,较1987年增产32.6%,人均产粮570kg;油料生产因生育期受冰雹灾害减产14%。

1989年适当压缩低产耗肥作物,扩种高产秋粮作物,并使各种作物全部良种化,因而当年作物生长良好,获得好的收成。全年粮食产量比试验前的1985年增长1.6倍,较1988年增产17.7%,人均产粮740kg,油料43kg。

4年农业总产值16.03万元,即新增总产值8.2万元,农业新增纯收入13万元,及科技成果推广产生的技术收益15.3万元。现将粮油产值收入列成表9。

表9 粮油产值收入结果

时 间 (年)	粮 食 作 物				经 济 作 物			人 均 粮 油 收 入		
	生物学产 量 (万 kg)	籽粒产量 (万 kg)	生物学产值 (万元)	籽粒产值 (万元)	亚麻生物 产 量 (万 kg)	亚麻籽粒 产 量 (万 kg)	亚麻产值 (万元)	人均产粮油		人均纯 收 入 (元)
								粮 (kg)	油 (kg)	
1985		5.54		2.44		0.69	0.72	241	30	82
1986		8.91		2.67		1.45	1.51	387	56	253.
1987	11.54	9.60	0.43	3.07	2.07	1.64	1.71	405	63	357
1988	29.03	13.88	2.90	4.16	2.89	1.11	1.25	570	42	443
1989	31.11	15.28	3.67	5.35	2.75	0.69	0.83	740	43	540

(2)有机无机相结合的生态效益。农田种植体系的目的,是为了提高作物生产力和土地利用效率。结合旱农耕作技术等综合措施,实现低投资、高产量、高收入。过去有机肥源缺乏,在4

年实验中，采取以粮草轮作，种植绿肥为主（占粮田面积50.2%），化肥为副的培肥措施，收到良好的效果。4年的施用化肥情况见表10。

表10 化肥施用情况

化肥总用量（有效成份kg）				亩均施用量（kg）				每亩投资（元）												
1986年		1987年		1988年		1989年		1986年		1987年		1988年		1989年						
N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P					
1	332.1	1300	1497.8	603	1840	616	1750	580	0.92	0.31	0.92	0.41	1.10	0.42	1.83	0.51	1.66	1.27	2.42	3.62

注：N肥为纯N P肥为P₂O₅

（3）农牧结合发展畜牧业生产。经过4年退耕种草，提高产草量的同时，初步形成了草—畜—肥—粮良性生态循环，其4年畜牧业和草地生产结果见表11。4年来畜牧业有了较大发展。畜牧业的发展促进了有机肥投量增加。过去粮田施肥面积占50%，现在提高到90%以上，而且亩施有机肥量由原来不足1000kg，提高到1500kg，促进了农业的增产。

表11 畜牧业发展情况

年份	大家畜 (头)	羊 (只)	猪 (头)	兔 (只)	鸡 (只)	人工草地面积 (亩)	每头牲畜占有 草地(亩)	青贮饲草 (kg)
1985年	65	130	47		160	181	2.8	0
1986年				19				0
1987年	107	150	87	212	361	333	3.1	6000
1988年	112	235	92	350	400	391	3.5	2500
1989年	115	241	101	50	551	455	4.0	2900

（4）充分利用土地资源发展林牧副业生产。实行以粮为主的大农业同时，对于诸项副业生产，结合当地自然资源及庭院条件积极加以发展。除畜牧业外，经济林、药材、金针菜等也有了较快的发展，经过4年努力共栽金针菜400亩、栽各种果树、花椒等2000株，现已收到了明显的经济效益。见表12。

表12 各项副业生产收入

年度 (年)	畜牧业 (元)	工副业 (元)	林业副产品 (元)	合计总收入 (元)	人均收入 (元)
1986	2560	4560	1120	8240	35.8
1987	3106	7120	1310	11536	44.5
1988	4754.4	12300	3070	20124.4	76.0
1989	13250	20750	2300	36300	181.5

(5) 社会效益。在4年种植制度改革试验中,我们始终坚持了以点带面,试验与示范推广相结合的工作方法,以户带村、以村带村,取得了良好的社会效益,并已引起固原地委、行署和彭阳县委、县政府以及孟塬乡政府各级领导的重视。1989年8月固原地委书记惠连杰来点检查工作后,深有感触的说:洞子硷旱农经验“有普遍意义”,值得学习和大力推广。1986年彭阳县委用正式文件发至全县17个乡镇推广“农田种植改革方案”,在1988年至1989年曾组织全县各科、各乡的干部,大队、生产队干部几百人来点参观。同时在1989年和1990年两届县人大代表会上决定,推广洞子硷旱农经验,到1989年推广面积达80万亩,平均每亩增产15%以上,全县总计增产粮食1200万kg,增加纯收入625万元。并协助彭阳县北部山区举办旱农技术培训班,讲课25次,约15000人参加学习,来点参观人数达3000多人(次),对外推广作物优良品种3万多kg。《中国科学报》、《宁夏日报》、《固原报》等公开报道介绍了洞子硷旱农经验,认为该成果“为旱农增产探索出一条新路子”。

四、结 语

宁南山区农业生产存在的问题很多,而种植制度不合理,栽培技术落后尤为严重,因而很难抗御自然灾害的威胁,也难以改变土壤瘠薄现状,造成粮食生产低而不稳。为了解决这一问题,我们在综考区划制定农田改制方案的基础上,于1985年在自然气候、生产条件上具有代表性而又有较大生产潜力的洞子硷作为旱农改制试点。经过4年实践,取得了一定的进展和较好的效益,实现了丰年大增产,旱年少减产或不减产的目标,并对当地及周围县乡以及毗邻省部分县起到了示范带动作用,为宁南山区旱农生产探索了一条可行的路子,这条路子可简单概括为:化肥是动力,豆类作补充,农田改制是关键,良性循环为目标。

本项试验在中科院、水利部西北水保所山仑研究员指导下完成,彭阳县科委、农业局给予大力支持和配合,并先后有3名技术人员参加了该项研究工作。

(上接第9页)

.029, 地埂 = 0.145, 等高垄作 = 0.352, 生物防冲带 = 0.372; (5) 在标准状况下

$$LS = \left(\frac{L}{20}\right)^{0.18} \left(\frac{S}{8.75}\right)^{1.3} \quad \text{或} \quad LS = 0.07197L^{0.18}S^{1.3}$$

5. 诺模图和经验公式法求K值是可行的。通过野外观测和室内化验分析,得到(粉砂+极细砂)百分数、0.1~2.0mm粗砂百分数、有机质百分数、土壤结构和土壤剖面渗透性5个参数,经过查图或公式计算求得K的近似值,再增加30%即得到某种土壤实际K值。

6. 黑龙江省允许土壤流失量为3~5t/(ha·a)

7. 方程经过验证检验,准确率在90%以上,说明实用性是可靠的,可在全省推广应用。

参 考 文 献

1. 高博文. 介绍土壤流失方程R值和C值的计算方法. 《中水土保持》, 1982年, 第4期
2. 王万忠. 黄土地区降雨侵蚀力R指标的研究. 《中国水土保持》, 1987年, 第12期
3. 美国农业部科学与教育管理委员会主编. 《降雨侵蚀流失预报——水土保持规划指南》. 美国农业部农业手册, 第537号, 1978年