

# 半干旱偏旱地区合理轮作 农田水分效应的研究

周会成

韩仕峰

(海原县农技推广中心)(中国科学院水利部西北水土保持研究所)

## 提 要

在半干旱偏旱地区旱作农田进行合理轮作,可以提高有限降水的利用率和粮食产量水平。本试验结果是:麦豆谷轮作比连作小麦三年总增产45.8~46.8kg/亩,增产幅度36.4%~37.2%;三年增值33.81元/亩,增值幅度37.37%,水分利用效率提高0.054kg/mm,洋(芋)一糜(子)一豆轮作比连作小麦三年总增产138.1kg/亩,增产幅度1倍;三年轮作产值增加153.55元/亩,增值幅度近2倍,水分利用效率比连作小麦增加0.161kg/mm。合理轮作是本类型地区调控水分和提高生产力的有效措施。

关键词: 半干旱偏旱地区 合理轮作 农田水分效应

“七五”期间,我们承担了黄土高原综合试验治理的农田水量平衡研究任务,试点设在宁夏海原县,中心是研究半干旱偏旱地区的水分平衡问题。经过一段工作,对合理轮作提高有限水分利用问题的研究有了新的进展。

## 一、试区自然条件

试验点设在海原县城西北武塬村,年降雨量350~400mm,平均气温5~7℃,年蒸发量2100~2300mm,为平均降雨量的5~6倍,干燥度2.17,海拔高度1600~1800m左右,为温凉半干旱偏旱地区。

本区为黑垆土和灰钙土的交错地带,土层深厚,地面较平,以旱地为主。据海原县统计,全县286.8万亩农田,其中旱地277.6万亩,占农耕地总面积的96.4%。因此,通过土壤水库调节功能来提高有限降水利用,占据着非常重要位置。

本地种植制度为一年一熟,主要作物有春小麦、扁豆、糜子、洋芋、谷子等,多年平均单产22.35kg/亩,丰收年只有59kg/亩,产量低而不稳。从降水资源分析,按1mm生产0.25kg粮估计,亩产可以达到80~100kg产量水平,按土壤储存的有效水计算,可生产57kg粮食,目前实际产量低于此值30多kg。追其原因,就水分而言是浪费严重,一些降水被无效蒸发,一些水分未能充分利用。从提高水分利用出发来改善当地的种植制度,将会达到较好的提高产量目的。因此安排了轮作种植试验研究,了解其中的水分调控关系。

## 二、试验设置及测试方法

(一) 试验设置 根据轮作要求,1988年设置了三块作物地,即春麦、谷子、洋芋,每种作

物占地1亩；1989年和1990年将1988年三块农地各分为两半，即0.5亩，一块继续连作，另一半按当地轮作方式轮作，轮作作物增加为春麦、谷子、糜子、洋芋和扁豆5种。关于1988~1990年的具体种植制度见表1。其它措施，如施肥、播种、耕作和田间管理均同于大田。

表1 试验农作物布设表

序 号	方 式	面 积 (亩)	作 物		
			1988年	1989年	1990年
1	连作	0.5	春小麦	春小麦	春小麦
2	轮作	0.5	春小麦	谷 子	扁 豆
3	连作	0.5	洋 芋	洋 芋	洋 芋
4	轮作	0.5	洋 芋	糜 子	扁 豆
5	连作	0.5	谷 子	谷 子	谷 子
6	轮作	0.5	谷 子	扁 豆	春小麦

(二) 测定项目 土壤水分测定，采取打钻取土和烘干称重法求得，主要处理全测。每月两次（1日和15日），连续观测9个月（3月1日~11月15日）。测深2m，0~1m土层，每10cm取一个土样，1~2m深度，每20cm取一个土样，重复两次。

地上部形状测定，分各个生育阶段的基本苗、成熟期考种。春麦、谷子、糜子的考种项目有亩穗数、株高、穗长、穗粒数，千粒重和籽实产量；洋芋为亩株数、株结薯、最大薯重、产量等；扁豆增加株结荚数、株粒数等。

由土壤水分和产量换算各种作物耗水量、耗水系数等。

### 三、试验结果

(一) 轮作与产量的关系 由表2统计数字看出，合理轮作在本地区有较大的增产作用，麦—豆—谷轮作比连作小麦增产36.4%~37.2%，三年总增产45.8~46.8kg/亩，洋—糜—豆轮作比连作小麦总产增加138.1kg/亩，增产幅度超过1倍，潜力很大。

表2 不同种植制度产量比较

试验年	方 式	具体轮作	产量 (kg/亩)		比连作总增 产 (kg/亩)	比连作增产 (%)
			总 产	平 均		
1988~1990	轮作	麦—豆—谷	171.5	57.17	45.8	36.4
1988~1990	轮作	麦—豆—谷	172.5	57.50	46.8	37.2
1988~1990	轮作	洋—糜—豆	263.8	87.92	138.1	109.8
1988~1990	连作	麦—麦—麦	125.7	41.90	—	—

注：洋芋按4kg折合1kg粮食计算。

(二) **轮作与产值效率** 由表3看出, 轮作比连作产值增加33.81~153.55元/亩, 增值幅度为37.37%~169.72%, 尤其轮作洋芋的田块, 产值净增近2倍。合理轮作在本地区有一定实用性。

表3 不同种植的产值比较

试验年	种植方式	轮作制度	产值 (元/亩)		比连作增值 (元/亩)	
			总产值	平均值	三年总增值	增值 (%)
1988~1990	轮作	麦—豆—谷	120.95	40.32	30.48	33.69
1988~1990	轮作	麦—豆—谷	127.60	42.53	37.13	41.04
平均			124.28	41.43	33.81	37.37
1988~1990	轮作	洋—糜—豆	244.02	81.34	153.55	169.72
1988~1990	连作	麦—麦—麦	90.47	30.16	—	—

注: 按三年平均市场价计算, 春麦为0.84元/kg, 谷子为0.60元/kg, 糜子为0.66元/kg, 洋芋为0.30元/kg。

(三) **轮作与耗水量** 表4统计数字表明, 试验的两利轮作形式, 都比连作麦田生长期耗水量增加, 麦—豆—谷轮作年均增加11.82mm, 洋—糜—谷轮作增加23.07mm, 轮作田可提高土壤水分利用率, 在本地区土质偏轻, 蒸发强度较大的情况下, 开展合理轮作可以防止水分的有效消耗。

表4 不同种植制度水分利用率

试验年	种植制度	生长期耗水量 (mm)		比连作 三年增减 (+ -)	增减 (+ -) (年平均值)	水分效率	
		三年总耗水	年 均			(kg/mm)	比连作增减 (+ -)
1988~1990	麦—谷—豆	782.41	260.80	+65.49		0.219	+0.044
1988~1990	麦—谷—豆	722.31	240.77	+5.39		0.239	+0.064
平均		752.36	250.79	+35.44	+11.82	0.229	+0.054
1988~1990	洋—糜—豆	786.11	262.04	+69.19	+23.07	0.336	+0.161
1990~1990	麦—麦—麦	716.92	238.97	—		0.175	—

(四) **轮作与水分利用效率** 综合3年的试验资料证明(表4), 合理轮作有利于提高水分效率, 比连作麦田提高0.054~0.161kg/mm, 尤其是洋—糜—豆轮作的水分效率比连作麦田提高近1倍。海原系半干旱偏旱地区, 降水资源不足, 改变种植制度有很大的现实意义。

#### 四、轮作提高水分利用的作用

经过三年对比试验, 半干旱偏旱地区的轮作措施有较好地调控水分功能, 从而达到提高粮食

产量的目的。其调节水分功能表现在以下几点：

1. 供水受作物控制较强，无效蒸发有所下降。由统计的供水特点看到（表5），轮作地在水分充足时，土壤供水减少，而在需水最多时期，能挖掘土壤水库储水，有效地供给作物利用，如在春麦扬花和成熟期，轮作地比连作地多供水15.8mm，而在苗期，耗水少，减少了土壤蒸发。

表5 土壤供水比较（1990年测）

方 式	生育期	苗期	分蘖期	拔节期	扬花期	成熟期	合计
	降水 (mm)	27.0	64.1	0.1	15.4	54.6	161.2
连作	0~2m 土层供水	29.7	+33.4	11.9	19.6	17.1	44.9
	总耗水 (mm)	56.7	30.7	12.0	35.0	71.7	206.1
轮作	0~2m 土层供水	25.4	+23.9	3.3	22.5	30.2	57.5
	总耗水 (mm)	52.4	40.2	3.4	37.0	84.6	218.7
轮作与连作	供水比较	-4.3	9.5	-8.6	2.9	12.9	12.6

注：+为储水增量

2. 利用不同茬口调节有限水分利用。如麦一谷一豆轮作中，谷子全生育期耗水量要高于春麦100mm左右，而扁豆却小于春麦100mm，谷地基本和降雨同步进行，它可有效地利用季节降雨，使之较好地转化为生产力。谷茬地的水分受到限制，轮作扁豆后，将会使有限水分发挥一定作用，又使土壤通过雨季得到较充分恢复，在降雨偏少的半干旱地区作用较为明显。同时豆茬地肥田功能也发挥出来，以轮作调水、调肥，水肥互相促进，使种植作物生长很好。据对3年春小麦产量构成因素分析看出（表6），轮作豆茬麦，平均穗粒数比连作麦增加4.52个，千粒重增加2.2g，因此产量提高。三年轮作周期内，亩产量比连作地增加15.3~46.1kg，亩产值增加10.16~51.18元。合理轮作是提高本地区水分利用的有效措施之一。

表6 三年平均春小麦产量构成因素表

作 物	前 作	品 种	基本苗 (万/亩)	亩穗数 (万)	株 高 (cm)	穗 长 (cm)	穗粒数 (个)	千粒重 (g)	1m <sup>2</sup> 产量		折合亩产		实际亩产 (kg)
									产籽 (g)	产草 (g)	籽 (kg)	草 (kg)	
轮作小麦	扁豆		108 605.5	126 606	55.18	5.47	16.65	33.9	91.15	125.07	59.75	83.38	54.75
连作小麦	小麦	红芒	107 471.3	121 092.7	50.44	4.36	12.13	31.4	70.87	99.30	46.58	66.2	41.90
增减			1 134.2	5 513.3	4.74	1.11	4.52	2.2	20.28	25.77	13.17	17.18	12.85