

旱地作物生产潜势及提高产量技术措施探讨

万惠娥 辛业全 刘忠民

中国科学院
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100

提 要

根据不同类型区农作物生产条件,分析了旱地农作物生产潜势及生态适应性,对8个有代表性县的农作物最大生产潜力进行了估算,并对阻碍农作物最大生产潜力发挥的限制因素进行了讨论。在此基础上,提出了不同类型区农作物增产的主要途径和措施。

关键词:旱地 作物生产潜势 最大生产潜力 限制因素

Approach on Technical Measures of Increasing Yield and Production

Potentials of Crops in Arid Farmland

Wan Huie Xin Yequan Liu Zhongmin

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica and Ministry of
Water resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract

According to the agricultural conditions in different regions, the productive potentials and ecological adaptability of crops in arid farmland were analysed. The largest productive potentials of crops in eight typical counties have been estimated. The limitative factors for productive forces have been determined. Finally, the authors put forward the major ways and measurements for increasing—yield in different regions.

Key words arid farmland productive potentials for crops the largest productive potentials limitative factors

旱作农业蓄水保土培肥耕作技术及其增产效益的研究,其试验示范区分布在甘肃省定西、宁夏回族自治区固原、陕西省延安、内蒙古自治区和林格尔、山西省隰县、河南省陕县与嵩县、山东省新泰等7个省(区)。这些试验示范区按其生产状况、自然资源和环境条件,可划分为黄土丘陵沟壑区、陇中背东丘陵农牧区、长城沿线区、山东丘陵农牧区和中原区5个类型区。

通过对7省(区)五个类型区的农作物生产力调查、农业自然资源和生态适应性的分析,最大生产潜力的估算及对阻碍农作物生产潜力发挥的限制因素讨论,并在以往综合研究的基础上,综合本专题的试验结果,提出了提高不同类型区农作物生产潜力的主要途径和技术措施,以便促进农业生产的发展和经济的振兴,加速综合治理与开发。

一. 不同类型区的农作物生产条件

以上5个类型区大多数分布在黄河中游的水土流失区,首先是黄土丘陵沟壑区,面积约23.7万 km^2 ,侵蚀模数2000~25000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,冲刷深度平均为0.2~2cm。其次是黄土高原沟壑区,面积约2.7万 km^2 ,侵蚀模数为5000~10000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。这些地区由于长期强烈的水土流失,造成了地形破碎,丘陵起伏,沟壑纵横,陡坡耕垦,广种薄收,粮食单产低而不稳。如何掌握这些类型区的气候特点,因地制宜,充分利用气候资源,克服不利因素,促进农业生产的发展有着十分重要的意义。

不同类型区的8个代表县,多属半湿润的森林草原地带和半干旱的草原地带。其地理位置为东经 $104^{\circ}37' \sim 117^{\circ}44'$,北纬 $33^{\circ}35' \sim 40^{\circ}23'$ 。海拔198.1~2930m,平均气温 $5.6 \sim 14.1^{\circ}\text{C}$,无霜期130~210天左右,作物1年一熟或2年三熟制,一般可种植喜凉作物或早熟喜温作物。全年云量少,天气多晴朗,日照充足,日照时数2300~2900h,日照百分率53~66,太阳辐射总量 $5.19 \times 10^5 \sim 9.86 \times 10^5 \text{J}/\text{cm}^2$,光能资源比较丰富。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2239.1~4265.5 $^{\circ}\text{C}$,温度日差较大,有利于农作物的物质积累,提高产量,改善品质。年干燥度1~4。降雨量在417.5~739.2mm。长城沿线区的和林格尔最低,山东丘陵农牧区的新泰为最高,且降雨量变化大,年内分布不均,年际变率大,干旱频繁。土壤多数为棕壤和黄绵土,有机质含量为2.3~17.0g/kg,全磷1.0~1.5g/kg,与全国农田土壤相比,肥力为中等偏低水平。

二. 不同类型区农作物生产现状

(一)农作物生产状况 不同类型区地形复杂,气候差异大,自然灾害频繁,农业生产广种薄收,粮食不能自给,全国近一半贫困县集于在这些地区之内。农业生产仍以人背、肩挑和畜耕的传统作业方式为主,生产水平低下。

1. 农作物种植结构。从表1看出,不同类型区作物种植面积及比例也不相同。陕县、嵩县、隰县、新泰、安塞以冬小麦为主,种植面积最大的为新泰,最小的为隰县;种植比例最大的为陕县,最小的为安塞县。固原、定西、和林格尔以春小麦为主,面积最大的是定西和固原,最小的为和林格尔。种植比例最大的是定西,最小的是和林格尔。从50年代到80年代来看,各县种植面积相对比较稳定,增减幅度不大。

玉米种植面积在50~60年代最大的县是嵩县和陕县,到了70~80年代,新泰的面积增大,最小的是定西县;种植比例也基本如此。谷子种植面积和所占比例最大的是安塞,最小的是嵩县。薯类作物,陕县、嵩县、新泰以红薯为主,种植面积和比例均为新泰最大;隰县、安塞、定西、固原、和林格尔以马铃薯为主,种植面积最大是固原和定西,种植比例最大为和林格尔。油料是新泰、嵩县以种植花生为主,种植比例最大为新泰,其余县除陕县以油菜为主外,其它均以种植胡麻为主,种植面积最大为固原;最小的为和林格尔。

2. 不同年代作物产量比较。从8个县来看,(见表2),作物产量水平亦不同。历年平均小麦单产最高为嵩县,其次是陕县,最低者为安塞,且二者差异较大;玉米单产最高为隰县,最低为定西;谷子单产最高为隰县,最低为安塞,但高低差异不大;薯类作物单产最高为新泰,其次是陕县和嵩县,其它4县较接近,但较低者为安塞;油料单产新泰居首位,高达77.3kg/亩,主要是以花生为主,其它5个县是以油菜和胡麻为主,产量变化在23.6~35.5kg/亩范围内。

表1 各县主要粮食作物种植结构

作物	县名	面积(万亩)				比例(%)			
		50年代	60年代	70年代	80年代	50年代	60年代	70年代	80年代
小麦	陕县	42.2	38.3	34.5	37.0	53.40	52.5	47.6	61.3
	嵩县	28.3	27.5	25.3	27.7	43.8	46.3	39.6	43.2
	隰县	8.0	8.4	8.1	6.8	35.3	39.3	42.4	43.7
	新泰	48.9	44.1	46.0	51.3	42.5	37.5	34.0	33.6
	安塞	6.3	6.3	8.1	8.7	15.6	16.0	18.9	20.9
	定西	47.1	56.2	62.9	57.6	54.7	45.7	40.8	40.5
	和林格尔	13.9	15.8	14.9	7.9	54.9	56.2	32.2	23.6
玉米	固原	/	/	62.2	61.3	/	/	23.1	30.0
	陕县	20.2	22.6	22.9	18.9	25.5	30.9	31.6	31.2
	嵩县	22.8	20.3	20.5	20.8	35.3	34.3	31.8	32.4
	隰县	5.41	5.86	6.23	4.84	23.6	27.3	32.6	30.7
	新泰	11.9	9.6	24.6	40.9	10.32	8.3	18.3	26.8
	安塞	1.08	1.20	2.57	4.33	2.96	6.45	9.96	10.4
	定西	/	/	0.62	0.556	/	/	0.40	0.39
谷子	和林格尔	/	/	3.67	1.55	/	/	7.89	5.48
	固原	/	/	5.59	5.58	/	/	2.1	2.70
	陕县	6.41	5.25	3.85	1.45	8.1	7.20	5.31	2.40
	嵩县	3.36	1.61	1.35	0.51	5.2	2.27	2.09	0.79
	隰县	4.64	4.01	2.63	2.51	20.3	18.7	13.8	13.66
	安塞	15.57	10.28	10.30	11.0	30.9	25.58	23.8	26.5
薯类	定西	/	/	13.34	9.9	/	/	8.64	6.93
	和林格尔	/	/	10.0	6.65	/	/	21.49	19.73
	固原	/	/	7.42	5.71	/	/	2.8	2.79
	陕县	1.93	3.31	4.88	1.52	2.44	4.54	6.69	2.51
	嵩县	9.77	9.8	16.54	12.33	2.99	5.57	7.50	2.36
	隰县	1.35	1.02	0.70	0.85	5.90	4.75	3.61	5.40
	新泰	28.2	41.8	41.3	35.5	24.0	35.5	30.6	23.3
油类	安塞	1.41	2.42	3.84	3.39	3.46	6.12	8.95	8.15
	定西	8.95	16.5	21.8	17.7	10.4	13.4	14.2	12.5
	和林格尔	11.42	12.4	10.02	10.01	45.08	43.8	21.53	29.70
	固原	/	/	35.88	14.65	/	/	13.3	7.17
	陕县	0.62	0.44	0.61	0.47	0.79	0.60	0.84	0.68
	嵩县	0.18	0.07	0.58	2.79	0.28	0.13	0.89	4.35
油类	隰县	0.59	0.65	0.59	0.32	2.58	3.01	3.09	2.04
	新泰	26.18	22.11	23.11	24.79	22.71	18.76	17.10	16.24
	固原	/	/	29.2	19.13	/	/	10.9	9.35
	定西	/	10.55	13.20	15.87	/	8.57	8.55	11.14
	和林格尔	/	/	7.85	7.23	/	/	16.87	21.45

注:安塞县为1949~1986年资料,其它县为1949~1990年的资料。

表2 不同年代作物产量水平

作物	县名	历年 x	1949年	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	极年		极差	1990 年	1950年	1990年		
								大 份 值(年)	小 份 值(年)				1990年	1950年	
小麦 (kg/亩)	陕县	104.2	24.0	48.9	51.8	106.8	214.8	259.0	1990	24.0	1950	235.0	259.0	24.0	10.79
	嵩县	106.1	46.0	64.2	66.8	134.3	155.1	179.0	1989	111.0	1961	138.0	167.0	46.0	3.63
	隰县	48.0	25.0	34.9	30.2	38.5	88.4	167.0	1990	18.0	1977	149.0	167.0	31.0	5.38
	新泰	93.66	34.0	55.3	66.9	133.0	198.9	246.0	1990	34.0	1961	212.0	246.0	38.0	6.47
	安塞	32.3	15.0	16.3	30.0	37.8	58.0	/	/	/	/	/	/	/	/
	定西	54.2	33.0	36.2	46.6	53.6	84.9	109.8	1990	16.3	1953	93.5	109.8	30.5	3.60
	和林格尔	53.7	29.0	34.2	30.7	43.7	111.0	199.0	1990	17.0	1962	182.0	199.0	32.0	6.21
玉米 (kg/亩)	陕县	128.1	60.0	79.2	82.5	162.0	201.5	264.0	1988	57.3	1963	206.7	238.0	60.0	3.96
	嵩县	121.2	51.0	90.5	97.2	157.6	153.5	214.0	1980	51.0	1950	163.0	168.0	51.0	3.29
	隰县	166.7	55.0	75.4	110.7	183.55	318.8	487.0	1990	54.5	1950	432.0	487.0	54.5	8.93
	新泰	127.2	81.5	82.7	126.7	210.9	301.0	368.0	1990	62.0	1951	306	368.0	63.0	5.84
	安塞	100.4	30.0	35.0	57.0	145.2	243.3	/	/	/	/	/	/	/	/
	定西	93.0	/	/	/	101.4	88.8	147.8	1989	36.0	1981	111.8	217.7	/	/
	和林格尔	173.8	/	/	104.4	146.9	261.8	590.0	1990	95.0	1966	495.0	590.0	/	/
谷子 (kg/亩)	陕县	76.3	50.0	60.7	58.2	80.2	113.6	149.0	1987	41.0	1963	108.0	117.0	50.0	2.34
	嵩县	75.2	50.0	64.2	75.7	92.0	72.6	113.0	1981	39.0	1964	74.0	59.0	50.0	1.18
	隰县	97.4	44.5	58.8	68.3	98.9	173.7	235.0	1984	44.0	1950	191.0	226.0	44.5	5.07
	安塞	60.2	25.0	30.0	48.8	78.5	100.7	/	/	/	/	/	/	/	/
	定西	61.2	/	/	/	70.0	56.7	89.0	1977	38.0	1976	51.0	75.2	18.0	4.17
	和林格尔	66.4	/	/	/	61.0	67.5	87.0	1984	33.0	1986	54.0	85.0	/	/
	薯类 (kg/亩)	陕县	131.4	68.0	108.1	131.3	135.2	157.4	184.0	1990	68.0	1950	116.0	184.0	68.0
嵩县	128.6	55.0	91.8	121.7	165.5	149.9	206.0	1980	55.0	1949	151.0	160.0	60.0	2.66	
新泰	209.4	93.5	111.9	199.5	251.5	361.1	266.0	1990	45.0	1949	221.0	266.0	47.0	5.65	
隰县	93.4	45.0	62.85	52.3	86.5	181.4	424.0	1990	93.5	1949	330.5	424.0	116.5	3.64	
定西	77.3	89.92	80.59	74.4	71.9	82.5	109.2	1956	39.0	1982	70.0	97.2	45.6	2.13	
安塞	68.5	30.0	32.5	50.5	84.2	110.2	/	/	/	/	/	/	/	/	
和林格尔	79.7	70.0	75.5	55.5	74.3	115.2	148.0	1988	38.0	1965	110.0	118.0	75.0	1.57	
油类 (kg/亩)	陕县	23.6	16.7	21.6	21.1	22.5	46.0	310.0	1988	21.3	1960	288.7	200.0	95.9	2.08
	嵩县	35.5	/	20.7	25.4	37.8	53.8	120.0	1977	24.0	1986	96.0	68.0	60.0	1.13
	新泰	77.3	70.5	70.6	69.6	86.8	117.7	169.0	1990	22.0	1960	147.0	169.0	76.0	2.22
	隰县	29.2	11.5	14.5	20.7	27.6	57.4	77.5	1984	8.0	1962	69.0	69.0	11.5	6.00
	定西	27.1	/	/	23.1	22.7	34.7	49.3	1990	17.8	1963	31.0	49.3	/	/
	和林格尔	25.0	/	/	/	14.5	27.2	38.0	1986	13.0	1981	25.0	35.0	/	/

注:安塞县为1949~1986年资料,其它县均为1949~1990年资料。

从年代变化看,5种作物,1949年到60年代末,20多年产量虽有变化,但步子较慢,从70年代,特别是70年代后期开始,农业生产出现了一个新的飞跃,这与生产责任制和科学技术的推广是分不开的。80年代以来,农业生产则有新的突破,80年代比60年代小麦单产提高,增产幅度在82.1%~314.6%,增产幅度最小者是定西,最高为陕县;玉米增产幅度在57.9%~326.8%之间,小者为嵩县,大者为安塞;谷子只有陕县、隰县和安塞有所增长,增产幅度最大为安塞,达106.3%,其它几个县徘徊在50和60年代的水平。薯类增产幅度在10.8%~118.2%,增产幅度最小的为定西,最大者为安塞。油料作物增产幅度在50.2%~177.2%,增产幅度大者为隰县,小者为定西。另

外,从1990年与1950年各种作物单产之比看,小麦的比值最大,其次是玉米,其它3种作物较小,说明小麦和玉米生产水平提高最快。这主要是由于农业生产条件得到较大改善,小麦新品种,玉米杂交种取代了农家品种及农业科学技术的推广应用,使小麦和玉米增产幅度得到较大提高。

(二)当前作物实际水分利用效率(WUE)与光能利用率(E) 从当前8个县的作物实际水分利用效率与光能利用率来看,(见表3),都是较低的,从1949年~1990年的41年中,(安塞县除外),几种作物平均水分利用效率和光能利用率最高的均为新泰县,分别是0.385kg/(mm.亩)和0.63%,最低者为固原县分别为0.153kg/(mm.亩)和0.19%。

表3 现实作物产量水分利用效率(WUE)与光能利用率(E)

县名	作物种类	WUE(kg/mm.亩)		E(%)	
		1949~1980年	1980~1990年	1949~1980年	1980~1990年
陕 县	小 麦	0.34	1.08	0.25	0.81
	小 玉 米	0.18	0.64	0.36	1.23
	谷 子	0.24	0.43	0.40	0.69
	红 薯	0.19	0.36	0.21	0.39
	油 菜	0.11	0.22	0.098	0.21
嵩 县	小 麦	0.31	0.54	0.16	0.29
	小 玉 米	0.33	0.45	0.34	0.46
	谷 子	0.25	0.24	0.23	0.22
	红 薯	0.27	0.33	0.31	0.37
	油 菜	0.10	0.20	0.14	0.26
隰 县	小 麦	0.10	0.28	0.11	0.29
	小 玉 米	0.24	0.72	0.51	1.53
	谷 子	0.15	0.39	0.32	0.83
	马 铃 薯	0.14	0.41	0.198	0.58
	胡 麻	0.04	0.12	0.077	0.24
新 泰	小 麦	0.36	0.86	0.28	0.67
	小 玉 米	0.25	0.55	0.66	1.45
	红 薯	0.17	0.56	0.27	0.89
	花 生	0.13	0.20	0.31	0.49
定 西	小 麦	0.189	0.357	0.167	0.314
	小 玉 米	0.34	0.297	0.378	0.317
	谷 子	0.24	0.196	0.260	0.211
	马 铃 薯	0.24	0.26	0.225	0.24
	胡 麻	0.148	0.12	0.160	0.129
和林格尔	小 麦	0.159	0.486	0.135	0.417
	小 玉 米	0.450	0.936	0.490	1.030
	谷 子	0.290	0.320	0.260	0.290
	马 铃 薯	0.250	0.428	0.219	0.370
	胡 麻	0.087	0.164	0.111	0.209
安 塞	小 麦	0.06	0.12	0.15	0.28
	小 玉 米	0.18	0.48	0.46	1.11
	谷 子	0.12	0.20	0.33	0.55
	马 铃 薯	0.13	0.22	0.20	0.32
	大 豆	0.10	0.19	0.30	0.50
固 原	小 麦	0.17	0.22	0.15	0.23
	小 玉 米	0.16	0.30	0.30	0.44
	谷 子	0.08	0.12	0.15	0.18
	马 铃 薯	0.18	0.13	0.17	0.12
	胡 麻	0.05	0.12	0.07	0.13

注:安塞县 WUE 与 E 分别为 1949~1980 年资料,1981~1986 年资料。

三. 不同类型区农作物最大生产潜力的估算

研究作物的生产潜力,对了解该地区作物生产力的大小和负载极限,分析影响作物产量的限制因子,寻求提高作物产量的途径,研究农林牧之间的物质—能量转换关系,提高整个农业生态系统的生产率,都有着重要的作用。

作物最大生产潜力,是指选用最适宜种植的高产品种,并假定土壤环境良好,水肥供应充足,群体结构合理,栽培管理得当,无病虫害和其它自然灾害威胁及各种因素都十分理想时,在当地太阳辐射能和温度条件下,作物所能获得的最高产量。

作物最大生产潜力的估算,最早由德威特(D. wit, 1965年)提出,它以作物生育期的平均温度、日照及热辐射为基础,参考生长特点进行估算,故又称“热潜势”。1981年,联合国水土保持气象专家范·费尔图依森(H. T. van. veltnizen)先生在联合国粮农组织(FAO)的培训班上介绍了这一方法。本研究采取此法对8个县主要粮食作物的最大生产潜力(ymp)进行估算。

Ymp的计算法:

当 $Y_m \geq 20 \text{kg/ha} \cdot \text{h}$,

$$Y_{mp} = CL \cdot CN \cdot CH \cdot G [F(0.8 + 0.01Y_m)Y_o + (1 - F)(0.5 + 0.025Y_m)Y_c] (\text{kg/ha});$$

当 $Y_m < 20 \text{kg/ha} \cdot \text{h}$,

$$Y_{mp} = CL \cdot CN \cdot CH \cdot G [F(0.5 + 0.025Y_m)Y_o + (1 - F)(0.05Y_m)Y_c] (\text{kg/ha}).$$

式中: Y_m ——作物干物质生产速率($\text{kg/ha} \cdot \text{h}$),由实验测得(可查表);

CL——叶面积修正系数(由叶面积系数查表换算);

CN——净干物质生产量的校正系数(查表);

CH——收获指数对干物质的校正系数;

G——作物生育期的生长天数(天);

F——云量覆盖度(%) [$F = (R_{se} - 0.5R_g) / 0.8R_{se}$]

Y_o ——一定地点,作物全阴天时总干物质生产量($\text{kg/ha} \cdot \text{天}$),查表;

Y_c ——一定地点,作物全晴天时总干物质生产量($\text{kg/ha} \cdot \text{天}$),查表;

R_{se} ——晴天最大有效射入短波辐射($\text{J/cm}^2 \cdot \text{天}$)查表;

R_g ——全生育期平均射入短波辐射($\text{J/cm}^2 \cdot \text{天}$),计算 $R_g = (a + bn/N)R_a \times 59$. 其中 a、

b——大气透明度相关系数,一般用 0.25, 0.45, n/N ——日照百分率。N——可能日照时数(小时/天,查表),n——实际日照时数(小时/天)。

R_a ——碧空时的太阳辐射,用水的 mm 数表示(mm/天 , 1mm 蒸发量 $\approx 59 \text{J/cm}$)。查表。

估算所需资料,包括纬度、作物生长期、叶面积系数、收获指数、生育期平均温度和日照百分率。

按照上述公式对8个县农作物的最大生产潜力进行了估算,其结果见表4,再依据最大生产潜力(ymp)计算了各种作物的光能利用率(E)。

从表4看出,冬小麦的 ymp 为 327.3~427.8kg/亩, E 为 1.36%~2.12%;春小麦 ymp 为 269.5~303.6kg/亩, E 为 0.99%~1.35%;玉米的 ymp 为 446.4~657.1kg/亩, E 为 1.93%~3.69%;谷子的 ymp 为 258.2~384.3kg/亩, E 为 1.140%~1.96%;薯类: 红薯 ymp 922.2~1118.3kg/亩, E 为 2.11%~2.56%;马铃薯 479.5~538.3kg/亩, E 为 1.12%~1.46%;油料: 油菜 ymp 为 203.5~214.2kg/亩, E 为 1.01%~1.15%;花生 ymp 为 274.0kg/亩, E 为 1.02%;胡麻 ymp 为 149.1~290.7kg/亩, E 为 0.78%~1.15%。从作物最大生产潜力分析的比较,玉米最高,其次是小麦、谷子、油类。由于作物的遗传因子和生理特性所决定,导致了同一地区,不同作物生产潜

力的较大差异。玉米属 C4 植物,据资料表明 C4 栽培植物水分利用比 C3 植物高 2 倍多,并具有较高的生长率。

作物现实生产力与最大生产潜力的关系。

从表 5 看出,实际产量占最大生产潜力(ymp)的百分数,小麦为陕县最大,安塞最小;玉米是和林格尔最大,安塞最小;谷子隰县最大,固原最小,薯类作物是嵩县最大,安塞最小。另外,按作物来说,8 个县平均薯类实际产量与最大生产潜力(ymp)比较居最高,占 29.53%,其次是玉米、谷子、小麦,分别占 21.88%、21.21%、19.95%;油菜最低,占 16.14%。

表 4 不同类型区主要农作物的最大生产潜力(ymp)与光能利用率(E)

县 名	小 麦		玉 米		谷 子		薯 类		油 类	
	Ymp (kg/亩)	E (%)								
陕 县	341.5	1.69	571.8	3.49	320.0	1.95	1118.3*	2.56	203.5	1.01
嵩 县	427.8	2.12	604.9	3.69	320.8	1.96	1082.2*	2.47	214.2	1.15
隰 县	326.0	1.36	578.0	2.55	384.3	1.70	537.0*	1.46	290.7	1.09
新 秦	353.3	1.32	642.8	2.85	/	/	922.2	2.11	274.0	1.02
延 安	327.3	1.23	657.1	1.95	365.3	1.62	538.3	1.24	/	/
固 原	303.6	1.35	446.4	1.93	341.0	1.28	526.8	1.12	266.2	1.15
定 西	269.5	0.99	463.5	1.98	258.2	1.14	479.5	1.30	149.1	0.78
和林格尔	297.7	/	559.5	/	281.7	/	491.9	/	153.0	/

注:麦类*为春小麦,其它为冬小麦;薯类*为红薯,其它为马铃薯

表 5 实际产量占最大生产潜力(ymp)的百分数

作 物	陕 县 占(%)	嵩 县 占(%)	隰 县 占(%)	新 秦 占(%)	安 塞 占(%)	定 西 占(%)	固 原 占(%)	和林格尔 占(%)
小 麦	30.5	24.8	14.7	26.5	9.8	20.1	15.2	18.0
玉 米	22.4	20.0	28.8	19.8	15.3	20.0	17.8	31.0
谷 子	23.8	23.4	25.3	/	16.4	23.7	12.4	23.5
薯 类	58.7	59.4	38.9	22.6	12.7	14.3	13.5	16.2
油 料	11.59	16.5	10.0	28.2	/	18.2	12.2	16.3

四、影响农作物最大生产潜力发挥的限制因素分析

以上分析表明:各县农作物的实际生产力与最大生产潜力之间存在较大差距,我们从以下几个方面分析影响最大生产潜力发挥的限制因素。

(一)光合生产潜势(yps)与最大生产潜力(ymp) 农业生产过程实际是人们通过绿色植物的叶绿体进行光合作用,把太阳辐射能转化为化学能的过程,所以,要提高某一地区的整个农业生产水平,最根本的是提高植物对太阳能的利用率。因此,光合作用是作物产量形成的基础。太阳辐射是光合作用得以进行的唯一能量来源。有关光合生产潜力(yps)研究较早,计算方法也较多。我们选用侯光良的方法,以固原县为代表对农作物的 yps 进行估算,光能利用率(E)为计算公式的变量。本研究分别采用 E 为 1% 和 5% 计算, E 的上限 5% 是所要追求的参数,取 5% 的 Yps 与 Ymp 进行比较,各种作物的 Ymp 远比 E 为 5% 的 Yps 小,说明光照资源不是作物 Ymp 得以实现的限制因素,(见表 6)。

另外,8 个县的阳光辐射总量是 $5.19 \times 10^5 \sim 9.86 \times 10^5 \text{J/cm}^2$,固原为 $5.34 \times 10^5 \text{J/cm}^2$ 。因此,固原作物的生产潜力不受光照资源的影响,其它几个县同样光照不是限制因子。

表6 固原县主要农作物的光合生产潜势(Yps)

E	春麦 (kg/亩)	豌豆 (kg/亩)	糜子 (kg/亩)	谷子 (kg/亩)	马铃薯 (kg/亩)	胡麻 (kg/亩)
1%	223.3	223.3	225.9	268.2	478.0	230.8
5%	1 116.6	1 116.6	1 129.7	1 326.2	2 390.0	1 153.9

注:光合生产潜势(Yps)=666.7×10⁴/(4.25×500)·E·C·Qb

式中:C——经济系数;Qb——生育期的生理辐射;E——光能利用率。

(二)水分生产潜势(yw)与最大生产潜力(ymp) 天然降水是该地区的旱地农田水分的唯一来源,故降雨生产潜势可视为水分生产潜势(yw)其大小和最大生产潜势(ymp)相比较,可说明水分对yw的影响程度。降雨生产潜力计算尚无成熟经验,据资料^[8]介绍,一般采用英国学者彭曼(H·L·Ponman)的计算方法,以潜在的蒸腾量计算公式为基础,按照作物生育期阶段需水量和降雨量季节分布吻合程度,确定作物各阶段需水满足率,计算出因水分亏缺限制作物产量提高的程度。据有关资料表明:黄土高原的水分生产潜势(yw)为最大生产潜力(ymp)的30%~60%,最高为80%左右;谷子为35%~60%;洋芋45%~85%。固原县的降雨量全年仅478.2mm,作物生育期降雨量约为200~400mm。所以,水分生产潜势(yw)占最大生产潜力(ymp)最高不超过60%。据计算表明(引用资料^[9]),安塞县水分生产潜势,小麦为190.8kg/亩,占最大生产潜力的59%;玉米为483.1kg/亩,为最大生产潜力(ymp)的66.0%;谷子为278.7kg/亩,为最大生产潜力(ymp)60%;马铃薯、大豆和糜子水分生产潜势(yw)分别为最大生产潜力(ymp)的67%、62%和60%,即是作物产量比最大生产潜力(ymp)降低40%。因而,该区降雨不足和分布不匀,是妨碍实现最大生产潜力(ymp)的一个限制因素。故防止蒸发,搞好土壤蓄水保墒是提高作物产量的关键措施。

(三)农田土壤瘠薄,施肥不足,产量较低 据有关资料表明:(以固原县为例),固原县总投肥量为1 260万吨,平均农田施用氮素2.62kg/亩,加上土壤含氮量0.7kg/亩,每亩氮素合计3.32kg。氮的利用率按40%计算,每亩供氮量为1.35kg。每生产50kg粮食需要1.5kg氮,其6种作物亩均产量潜力为327.3kg,则亩需氮9.82kg。土壤肥力对气候生产潜力的影响以实际供肥量与需肥量之比,可以用下列公式表示,目前作物—气候—土壤的实际生产潜力为

$$y_s = KSYW$$

y_s——肥力系数 ks=实际供肥量(N)/潜力需肥量(N),将该县的实际肥力系数代入上式,则为:

$$y_s = 1.35/9.8 \times 327.3 = 45\text{kg/亩}$$

固原县多年粮食平均产量为58.0kg,与当前的气候、土壤生产潜力是比较接近的。由此证明,当前影响作物产量的第一限制因子是肥。关于其它县的土壤肥力和施肥状况与固原县不差上下,因而作物产量较低。

(四)高产典型与最大生产潜力(ymp) 根据试验研究与实际调查,实际生产中各种作物高产典型每年各地均有实例。

小麦:如风调雨顺的1990年,固原县彭堡乡春小麦亩产260kg;1978年固原县5.89亩川水地春小麦达430kg/亩;1980年该县西郊乡水地小麦最高达600kg/亩,(E%=2.8);定西县大坪乡1980年春小麦亩产176.4kg;延安枣园乡1974年1.63亩水地,亩产冬小麦525.5kg(E%=3.08)。

玉米:如固原县1978年赵磨120亩玉米,亩产435kg。1984年安塞茶坊村8.4亩川地春玉米,亩产平均503kg,同年该村有14亩玉米亩产702kg。

谷子:如安塞乡茶坊村1988年试验谷子平均亩产271.7kg,最高亩产高达345kg

马铃薯:如固原县河川乡上黄村马铃薯1990年达400kg/亩(5kg折1kg)。

大量丰产典型说明,高产田块可以达到最大生产潜力(ymp)的水平,个别年份和田块,已超出一般年份的估算值,这说明,通过努力,在短期内可以达到最大生产潜力的水平;经过长期的努力,达到最大生产潜力(ymp)的水平是完全可以实现的。

五. 提高农作物产量的主要途径和措施

研究资料和丰产事实证明,进一步挖掘不同类型区的生产潜力,提高农作物产量,必须加强防治水土流失,增强天然降水入渗,培肥土壤,重视作物良种的培育和推广,最大限度的提高有效水利用率和用水效率。

(一)建设高标准的基本农田 黄土丘陵区缓坡田较多,因此,改造坡耕地、建设高标准的基本农田至关重要。宁南山区,采取大埂梯田(即坡式梯田),逐年犁翻变平的技术,较一次性修成水平梯田,可节省劳力80%,节约资金约73%,且当年增产10%~30%;山东花岗岩山丘区,土层薄,采取一次性修成窄面水平梯田治理坡耕地,较传统方法省工25%,省材料30%,较坡耕地减少径流75%以上,减沙保肥85%以上,增产20%~35%。因此,修筑水平梯田,是增加土壤蓄水,防止水土流失极为有效的工程措施,也是提高丘陵沟壑区粮食作物产量,强化农业系统功能,加强抗御自然灾害能力的有效途径之一。所以,应大力推广大埂梯田犁翻变平和一次修成窄面水平梯田治理坡耕地的新技术,切实搞好农田基本建设,造福子孙万代。

(二)搞好蓄水保墒,重视保护耕作 半干旱黄土丘陵区,一般降雨量仅在300~500mm,因此,蓄水保墒头等重要。对此,各地采用了不同的保护耕作法,研究和积累了丰富经验。黄土丘陵区的延安,根据复杂的地型地貌,采取水平沟留茬倒垄、青草覆盖,留茬免耕及粮草、粮灌等高带状间作等技术,进一步完善了“水土保持”种田技术,特别是水平沟留茬倒垄与水平沟覆草发展了水平沟种植技术。半干旱丘陵区的定西采用渗水孔聚流入渗耕作法,既增强了降雨入渗,又增加了入渗深度,提高了1m土层的贮水量,达到增产、增收、保护和合理利用水土资源的目的,为半干旱水土流失地区开辟了新的耕作技术途径。

其次,半干旱区年降雨量分布不均,多数集中在秋季,因此蓄积秋季降雨,作到秋雨春用,对抵御干旱有极重要的意义,要做到这一点,就必须对夏茬地伏天深耕晒垡,秋季耙耱收墒,冬季打碾保墒,真正做到“蓄住天上水,用好土中墒”,使有限的降雨发挥更大的作用。

(三)培肥土壤,提高肥料利用率 从调查和分析看出,土壤瘠薄是产量低而不稳的主要原因,因此,培肥土壤,提高肥料利用率是提高旱地作物产量的关键。

1. 合理轮作。在作物合理布局的基础上,建立用地养地相结合的“粮豆经饲”轮作体系,充分发挥生物养地的作用。

2. 促进农田系统内的养分循环和再利用。具体措施是:增施有机肥;秸秆还田和夏季绿肥压青,提高土壤的有机质含量,改善土壤结构和提高土壤养分的调控能力。

3. 增加化肥投入,提高施肥技术。必须适当地增加化肥施用量,以调节土壤养分输出与输入的平衡。走有机肥与无机肥相结合培肥土壤的途径,彻底改变广种薄收的旧习和掠夺式的生产方式。同时,还要重视施肥技术,提高肥料利用率,实现经济、合理、科学用肥、抗旱增产的目的。

(四)加强作物良种培育与推广 推广优良品种是提高作物产量的重要手段之一,实践证明,推广优良品种可成倍增产。因此,应加强作物良种培育与推广,尽快实现良种化,同时还必须加强种子管理,注意品种提纯复壮工作,并建立种子基地,防止品种混杂和退化。同时要做到品种合理布局,因地制宜地确定作物骨干品种和搭配品种,达到增产增收的目的。

参 考 文 献

- [1] 万惠娥等. 无机营养与土壤盐分对春小麦生理反应及干物质影响的研究.《西北植物学报》,1991年,第5期
- [2] 万惠娥等. 固原县主要农作物生产力的分析.《西北植物学报》,1992年,第5期
- [3] 辛业全等. 水土流失区合理深施肥料的增产效益.《水土保持通报》,1986年,第1期
- [4] 辛业全等. 宁南山区旱地农业增产体系的研究.《水土保持学报》,1990年第2期
- [5] 山仑等. 宁南山区主要粮食作物生产力和水分利用的研究.《中国农业科学》,1988年,第2期
- [6] 辛业全等. 宁南山区旱地粮豆轮作体系中的养分平衡研究.《土壤肥力研究进展》,北京:中国科学技术出版社,1991年
- [7] 黄占斌等. 黄土高原地区粮田主要作物生产力提高途径的初步分析.《西北水土保持研究所集刊》,1989年
- [8] 王立祥. 西北黄土高原农田降水生产潜势及开发的研究.《西北农学院学报》,1982年
- [9] 梁银利等. 安塞县主要粮食作物的生产力及增产体系.《土地资源及生产力研究》,北京:科学技术文献出版社,1991年

栽种五倍子树(盐肤木)有利可图

五倍子是医药、工业的重要原料,市场价高而供不应求,现收购价30元/kg,我站首次推出一批一代五倍子(盐肤木)苗,每件(100株)70元,种籽50元/kg,以每公斤25元保价回收,8至10年产品办公证合同。它既可绿化荒山,又可保持水土。欢迎各林业、农业、水土保持单位联营代购代销,凡一次购销10亩以上的均为我站联营单位,我站给40%的代销费(每亩500株)。另供木本香菜、香椿苗每件(100株)27元,籽每公斤25元;黄柏苗(100株)70元,籽每公斤80元;杜梨实生苗(1000株)70元,籽每公斤30元;海棠籽、君迁籽、山丁籽、毛桃及山杏核、杜仲籽分别为每公斤90元、20元、70元、15元、140元。

联系人:河南省卢氏县潘河良种站 张 坚
邮 编:472244