

文章编号: 1006) 401X(2000) 01) 0091) 08

耕作技术在黄土高原地区的实践研究^X

王占礼

(中国科学院 水土保持研究所, 杨陵 712100)
(水利部)

摘要: 针对耕作技术在特殊的自然条件和社会条件下为了良化农田生态环境和持续增产所采取的一整套用地与养地相结合的技术体系, 着重分析了培肥地力、轮作倒茬、化学技术、选育品种、节水、立体种植、地膜覆盖、水土保持耕作法等八种技术充分利用光、热、水、气、土、肥资源而取得明显的社会效益、经济效益和生态效益, 剖析了旱作技术在农业持续、稳定、健康发展中的作用和改善农业生态环境的显著地位, 供同类地区的决策者和研究者借鉴。

关键词: 耕作技术; 资源利用; 水土保持; 黄土高原

中图分类号: C344

文献标识码: A

1 耕作技术面临新的挑战

土壤是地球上生物赖以生存的基本要素之一, 土地以及不同质量的土壤生产超过 90% 的人类和牲畜所需的食物。过去的 50 年里, 全球 38.1% 的土地表面受到轻微破坏, 46.4% 受到中等程度的破坏, 15.5% 则遭受严重破坏, 全世界约有 60 亿 hm^2 的土地发生土壤侵蚀, 世界各大洲土壤流失总量达 769 亿 t, 其中亚洲和非洲土壤流失量最大, 分别为 269 亿 t 和 216 亿 t, 每 km^2 平均土壤流失量非洲为 715t、亚洲为 610t。中国水土流失面积 492 万 km^2 , 其中水蚀面积达 179 万 km^2 , 每年流失土壤 50 亿 t, 西北黄土高原是我国乃至世界水土流失最为严重的地区。黄土高原地区的黄土资源在我国国民经济中占有重要的地位, 它不仅地域宽阔, 而且自然资源丰富, 对西北经济区的开发起关键性作用, 这个地区严重的水土流失不仅导致生态环境恶化、干旱和地力下降, 而且导致农林牧业全面衰退。黄土高原地区沟壑纵横, 地形破碎, 沟深坡陡, 很容易产生径流, 受到侵蚀, 且经常出现暴雨, 暴雨强度每分钟可达 1mm 甚至 2mm, 暴雨对地面强有力的打击以及在起伏破碎的坡面上形成径流的巨大冲刷作用, 是造成水土流失的强大营力。一次大的暴雨产生的泥沙量往往可占全年的 40%~80%, 在自然植被建设方面, 由于历史上长期滥伐滥垦, 植被稀少, 农耕地区垦殖系数一般在 40%~50%, 部分地区高达 60%, 水土流失非常严重, 年平均侵蚀模数一般在 5 000~30 000 t/km^2 (见表 1)。黄河下游泥沙绝大部分来自本区, 每年平均向三门峡以下地区倾泻 13 亿 t 泥沙, 径流中多年平均含沙量为 37.6 kg/m^3 , 最大可达 590 kg/m^3 , 远远超过国内其它河流, 居世界河流含沙量首位。严重的水土流失不仅使这一地区生态环境恶化, 又给下游人民生命财产带来威胁, 党和政府对此十分关心。

2 耕作技术在黄土高原的实践

退耕还林还牧, 良化生态环境, 治理土壤侵蚀, 是摆在我们面前的重大课题。我国耕作技术的发展也应遵循江总书记的指示精神, 对其进行深入的研究, 为建设一个山川秀美的黄土高原作出贡献。从现代耕作技术的内涵和特点不难看出

X 收稿日期: 1999- 09- 24

基金项目: 国家自然科学基金(49871051); 中科院暨人事厅留学基金; 黄委水保基金(95- 04- 01); 中科院知识创新工程支助项目

作者简介: 王占礼(1960-), 男(汉族), 陕西人, 副研究员, 主要从事土壤侵入与水土保持研究

表1 黄土高原极强烈侵蚀的降雨、产流、产沙特征

地 点	面积 (km ²)	极强烈侵蚀		降 雨						产 流		产 沙				
		日 期 (年.月.日)	侵蚀模数 (t/km ²)	雨量 mm	历时 min	雨强 mm/min	最大时段雨量(mm)			P ₆₀ /P	雨型	深 度 mm	系 数 %	平均 含沙量 kg/m ³	最大 含沙量 kg/m ³	
							10	30	60							
坡	团山沟3号径流场	22	1963.8.26	10 100.0	28.3	330	0.086	12.2	18.3	21.5	0.76	A	11.0	50.0	684	957
		1966.6.27	12 400.0	52.5	729	0.072	17.5	36.4	44.9	0.85	A	17.4	33.9	566	673	
		1966.7.17	10 730.0	74.3	437	0.170	12.8	25.1	31.5	0.50	B	20.2	32.4	347	863	
		1966.8.15	12 700.0	45.2	170	0.266	14.9	32.2	36.2	0.81	A	22.1	58.3	473	889	
		1968.7.15	19 600.0	29.0	34	0.853	23.0	28.8	29.0	1.00	A	18.5	68.6	721	880	
		1969.5.11	14 800.0	52.4	80	0.655	21.3	48.8	52.3	1.00	A	13.2	25.2	793	879	
面	绥德辛店沟11号场	28.7	1956.8.8	36 130.0	45.6	150	0.304	22.8	40.1	41.5	0.91	A	30.3	77.0	822	
	榆林王家沟6号场	32	1959.7.6	17 450.0	37.6	45	0.835	21.8	39.3	39.3	1.00	A	12.7	33.6		
沟	绥德王茂沟8号场	38	1961.8.1	31 870.0	59.0	120	0.492	26.5	52.4	58.5	1.00	A	43.3	73.6		
	安塞茶坊5号场	28	1988.8.3	30 700.6	137.6	1281	0.107	17.5	43.5	56.4	0.41	B				
	子洲团山沟	0.18	1966.6.27	19 300.0	52.5	729	0.072	17.5	36.4	44.9	0.85	A	19.6	35.5	722	864
		1966.7.17	16 900.0	74.3	437	0.170	12.9	25.2	37.5	0.50	B	20.5	27.3	632	832	
		1966.8.15	23 700.0	45.2	170	0.266	15.0	32.6	37.0	0.82	A	23.0	55.3	749	841	
		1968.7.15	19 600.0	29.0	34	0.853	23.0	28.8	29.0	1.00	A	14.8	51.0	891	963	
		1969.5.11	19 800.0	52.4	80	0.655	21.3	48.8	52.3	1.00	A	15.1	28.8	882	1 030	
	离石羊道沟	0.21	1958.7.29	13 521.0	48.7	255	0.191	10.4	28.0	40.5	0.83	A	18.2	37.4		810
		1959.8.20	24 944.0	104.0	909	0.114	6.7	14.0	21.4	0.21	C	37.5	36.1		1 035	
		1962.7.15	18 245.0	83.6	635	0.132	10.4	23.5	31.4	0.37	B	18.1	21.7		936	
1966.7.17		27 214.0	62.0	250	0.248	18.7	31.0	49.4	0.80	A	37.0	43.4		1 194		
1970.8.9		10 660.0	50.0	190	0.263	16.0	29.8	43.4	0.85	A	13.4	26.8		834		
绥德团圆沟	0.491	1969.7.26	47 924.0	91.6	360	0.254	12.4	22.8	34.6	0.37	B	56.4	61.6		824	
	1959.8.19	13 900.0	90.7	1 649	0.055	5.6	12.9	16.3	0.18	C	16.1	17.7	649	891		
沟	绥德南窑沟	0.732	1961.8.1	40 000.0	63.9	115	0.555	27.7	54.8	63.0	0.99	A	22.6	34.7	1 060	1 130
	1956.8.8	20 670.0	48.0	150	0.300	20.0	44.0	46.5	0.97	A	28.6	77.9	600	754		
道	西峰野鸡沟	0.202	1958.8.4	14 630.0	79.5	1 800	0.044	4.0	7.8	10.3	0.13	C			883	1 180
	西峰小羊沟	0.469	1959.8.5	14 620.0	41.7	625	0.066	8.0	17.2	28.3	0.68	B			783	1 070
小	靖边杨湾沟	0.90	1959.8.24	13 110.0	22.8	42	0.543	14.2	20.9	22.8	1.00	A	12.7	55.8	746	874
	榆林王家沟	0.434	1958.7.13	14 630.0	64.7	400	0.162	12.5	29.5	41.7	0.64	B	16.0	24.7	681	828
流			1959.8.5	12 390.0	42.2	320	0.132	9.4	19.9	31.1	0.76	B	24.7	58.7	877	421
			1959.7.6	10 020.0	37.3	45	0.829	21.8	37.3	37.3	1.00	A	13.7	36.6	611	759
域	绥德王家沟	1.67	1956.8.8	28 960.0	43.9	230	0.191	15.3	34.7	41.0	0.93	A	24.7	56.2	813	850
	清洞店则沟	56.4	1987.8.26	22 000.0	75.0	450	0.167	11.0	24.0	39.9	0.532	B		26.2		
沟	天水桥子东沟	1.36	1958.7.3	11 170.0	34.0	144	0.236	9.0	13.0	25.8	0.76	B			429	759
			1958.7.20	10 620.0	40.9	141	0.290	12.0	18.7	35.3	0.86	A			385	734
沟	天水裴家峁沟	41.5	1964.7.5	21 580.0	127.2	925	0.137	9.0	18.5	28.6	0.22	C	23.0	16.8	692	862
			1968.7.26	17 880.0	56.5	188	0.300	11.8	30.4	41.7	0.74	B	17.0	30.2	751	826
			1959.8.19	14 430.0	106.3	1 225	0.087	6.0	14.1	17.4	0.16	C	18.8	17.7	597	744
沟	天水韭园沟	70.1	1977.8.4	10 900.0	146.6	645	0.227				B	80.5	54.9	896	1 100	
沟	天水罗玉沟	75.3	1965.7.7	21 161.0	90.0	480	0.187		57.6	0.64	B	19.2	21.3	604		
沟	天水贾家沟	93.4	1982.8.4	11 500.0	18.7	67	0.273	11.8	18.2	18.3	1.00	A	13.6	73.0		
沟	天水秋合子沟	122.0	1985.8.28	10 400.0	39.3	212	0.185	11.3	26.4	31.0	0.79	A	10.3	26.0		
巷	子洲驼耳巷	5.76	1963.8.26	33 400.0	43.3	160	0.271	15.9	26.7	37.3	0.86	A	39.0	43.3		
			1966.7.17	23 700.0	95.1	780	0.122	16.2	35.7	46.4	0.49	B	37.9	40.0		
沟	平凉纸坊沟	19.0	1957.7.24	12 645.0	106.9	745	0.143				B	31.0	29.0	348	595	
湾	吴堡张家湾	52.6	1987.8.26	32 500.0	87.1	319	0.273	8.7	21.4	36.4	0.42	B	24.4	46.4		

说明: 1) 表中雨型, A 表示局地雷暴雨; B 表示锋面性降雨夹有雷暴性质的降雨; C 表示长历时的锋面性降雨。

2) P₆₀/P 为一次降雨中最大 60 分钟雨量与次降雨总量的比值。

出,这一技术体系是在我国传统耕作农业技术的成功精华与自然资源、社会资源的现实条件下,利用现代科学技术使绿色生物资源高效转化和产出的一条旱地农业持续发展途径。传统耕作技术中的/节水技术0、/品种选育0、/间作套种0、/合理轮作0以及现代农业中的/地膜覆盖0、/平衡施肥0、/模式化种植0、/抗旱化学制剂的应用0等都是这一技术体系的基本内容。当前在我国市场经济的发展、优质高产高效农业的兴起、科学技术的显著提高及国家农业政策的成功的情况下,高产稳产耕作技术无疑是实现旱地农业持续发展的一条有效途径。旱地耕作技术在实践中如何操作?如何发展?效果如何?为此,科技工作者在黄土高原旱区进行了深入的研究和大胆的实践。

2.1 培肥地力技术。培肥地力是耕作制度的技术措施体系三大组成最为关键的部分,培肥地力技术是通过培肥旱地土壤改善土壤结构,增加土壤蓄水能力,对农作物培育壮苗使之形成强大根系,扩大吸水深度而达到调水目的。第一,有机肥在农作物发展中的作用不可低估。长期施用有机肥,明显地改善了土壤的结构性能和通透性,增强了土壤团聚性和水稳性。在夏季休闲期间,连续4年增施有机肥的土地比不施肥每 hm^2 增加蓄水量 $750\sim 900\text{m}^3$,小麦增产1倍,水分利用效率提高80%,有机肥施用量的增加均能有效提高籽粒及茎叶的N、P、K含量,还能提高水分的利用率,并能提高小麦产量;第二,化肥是农业生产的物质保证,合理施用可以显著提高农业生产力。据在宁夏固原试验,每 hm^2 春小麦 $810\sim 1350\text{kg}$ 生产水平的耕地,每 hm^2 施用N和 P_2O_5 各 $30\sim 40\text{kg}$,产量即可提高到 $1175\sim 2025\text{kg}$,可增产 $720\sim 930\text{kg}$,增产率为 $55.2\%\sim 118\%$,水分利用率由 $2.715\sim 4.2\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{mm}$ 提高到 $6.675\sim 7.68\text{kg}/\text{hm}^2\cdot\text{mm}$,提高了 $58.9\%\sim 145.9\%$;第三,制定配肥方案,定产定肥。在黄土高原通过试验,坡地必须强调N、P配合,梯田宜多N,川地宜多P,因为坡地水土流失严重,N、P均缺,梯田常施优质有机肥,故P多而N少,川地是粮食生产的基地,重施N肥而不注重施P,形式上N丰而P缺。黄土高原水土流失区土壤一般缺N又缺P,而且K不足。如作为盛产马铃薯的宁南、陇东地区,一般每 1000kg 马铃薯需 $\text{N}_2.75\text{kg}$, $\text{P}_2\text{O}_51.1\text{kg}$, $\text{K}_2\text{O}0.5\text{kg}$, NBP_2O_5 为 $2.5\text{B}1.45$ 。N、P、K三者均有良好的增产效应(N4K4P),分别增产 28.9% 、 19.24% 、 11.8% ,N、P、K配合施用,随着N肥用量的增加,马铃薯的增产效应呈上升趋势;第四,通过平衡施肥以满足作物生长的需要,从而发挥作物生长潜力及肥料利用率,避免使用某一元素过量所造成的污染。近几年来,平衡施肥面积迅速扩大,施用作物的种类越来越多。此外,各种方法与微肥配合,效果更好。

2.2 轮作倒茬。合理轮作是通过肥(施用有机肥、肥田保水)、作(作物调剂用水)、蓄(改善土壤条件,扩大蓄水量)、用(挖掘不同层次的有效水利用)等途径来解决有限供水下的农业持续增产问题。在大多数情况下,适合当地的轮作与小麦连作相比均能提高水分利用率,其中半湿润偏旱区提高 $6.8\%\sim 7.00\%$,半干旱区和半干旱偏旱区分别提高 $2.00\%\sim 9.40\%$ 和 $2.40\%\sim 6.1\%$ ^[2]。据我所在澄城试验,高肥豌豆麦(谷)轮作1983~1992年对降水利用率平均值达55%以上,比无肥连作提高 $3\%\sim 6\%$,比油菜冬小麦(2年)和苜蓿(3年)、冬麦(2年)轮作提高 $5\%\sim 7\%$,在干旱年,比高肥连作提高 $20\%\sim 30\%$ 。切合实际的轮作可提高可供有效水的利用率,一般提高 $2\%\sim 9\%$ 。轮作一般都要加进经济作物,总产值也就高。在黄土高原地区,年内和年际降水不均,干旱时威胁每季作物,肥力的作用也不能充分发挥出来,轮作比连作地增产2倍。试验表明,轮作地无论是在干旱年型、平水年型或丰水年型,都使籽粒产量和水分利用率达到最高水平。3年轮作小区的粮食产量比连作提高 $36.4\%\sim 109.8\%$,增产 $600\sim 735\text{kg}/\text{hm}^2$, 667m^2 耗水量增加 $21.8\sim 23.1\text{mm}$,水分利用率提高 $25.1\%\sim 92\%$ 。

2.3 化学技术。抗旱化学制剂是利用化学手段生产的用于抑制土壤水分蒸发,促进作物根系吸水或降低蒸腾强度的化学物质。目前用于研究和生产的抗旱化学制剂,主要包括化学覆盖剂、保水剂和抗蒸腾剂三种型。对于化学节水研究,国外做了大量的研究,在日本、法国、印度等国引起广泛的重视,先后在农业上应用化学覆盖,增产效果很好。施用化学制剂可以提高土壤保水能力,减少作物蒸腾损失。70年代末,我国从风化煤中提取的黄腐酸(FA),是一种较好的调节植物生长的抗蒸腾剂,具有广泛的抗旱节水功能。全国10多个单位已研究出多种类型的保水剂,在60余种作物上推广,黄土高原应用面积 $7\text{万}\text{hm}^2$ 。到90年代,化学节水技术已被列为/八五0和/九五0国家科技攻关计划,并取得重大进展。中科院水保所在黄土高原采用Ca~GA(钙)赤混合处理小麦种子,促进干旱环境下的成苗,而且具有提高叶面光合/蒸腾比及植物群体WUE的作用。现已推广 $6700\text{万}\text{hm}^2$ 。在黄土高原利用化学覆盖、保水剂、抗蒸腾剂、稀土元素、生根粉等均有抗旱增产作用。在干旱条件下,采用种衣剂或生根粉拌种,可提高出苗率 $5.5\%\sim 7.2\%$,促进根系发育,使农作物根系吸收水分和养分的能力增强。作物应用抗旱剂,可使叶面气孔开张度缩小 $11\%\sim 45.5\%$,大豆采用抗旱拌种能降低叶面气孔开张,降低蒸腾速度 $23.2\%\sim 44.3\%$,叶片水势和土壤含水量明显增加,叶片水势比对照增加 $14.3\%\sim 87.5\%$,采用稀土元素处理作物苗期抗旱性增强,叶绿色含量达 $4.0\%\sim 15.7\%$,在干旱或严重干旱条件下,采用黄腐酸(FA)拌种与喷施,产量比对照提高 4.8% 和 4.0% ,分别达到显著和极显著水平。

2.4 选育品种。高产粮田所用的品种都是当地高产品种,1989年陕西长武县丁家乡十里铺村张兴和 0.167hm^2 小麦平均单产 8040kg ,它们所用的品种就是矮秆抗旱高产适于旱地种植小麦品种/1310.1992年西峰市什社乡 0.19hm^2 谷子

表2 黄土高原旱区主要农作物的高产纪录值

类型	省、区	地 点	年 份	面积(hm ²)	最大单产(kg/hm ²)	
冬 小 麦	陕 西	绥德县崔家湾	1982	0.27	7 875.0	
		陇县城关镇	1979	)	9 375.0
		扶风县杏林乡郭村	1982	1.33	8 400.0	
	甘 肃	武功县苏坊乡	1981	1.87	7 800.0	
		平凉市崆峒	1986	0.05	9 000.0	
	早 地	陕 西	洛川县后子头乡东王村李伯林	1989	0.03	6 565.5
			乾县下丁家村	1988	0.12	6 354.0
		甘 肃	澄城县杨家垅	1984	0.13	7 725.0
			西峰市城户乡胡同村	1989	0.07	7 875.0
			正宁县永正乡堡住村	1989	0.29	7 558.5
春 小 麦	陕 西	灵台县独店乡张坡村	1989	0.10	6 075.0	
		定边县海则梁乡先锋村	1974	0.19	8 451.0	
	甘 肃	武山县	1979	0.01	8 790.0	
		靖远县	1982	)	7 650.0
		景泰县	1984	0.08	8 010.0	
	宁 夏	海原县李旺乡二道沟村	1989	0.07	8 250.0	
		固原县头营乡	)	)	8 250.0
	早 地	内 蒙 古	武川县	1974)	11 250.0
		甘 肃	定西县城关大坪	1990	0.40	3 547.5
			海原县李旺乡二道沟村	1991	0.007	4 698.0
宁 夏		固原县杨郎乡陶庄村	1993	0.007	3 967.5	
		民和县新民乡	1989	)	6 282.0
玉 米	青 海	尖扎县前藏	1984	0.25	7 342.5	
		靖边县梁镇(地膜)	)	0.11	16 125.0
	陕 西	神木县呼家圪塔村(地膜)	1995	)	14 820.0
		洛川县后子头乡西井村	1987	)	10 350.0
		杨陵西北农大农场(夏玉米)	)	0.12	9 832.5
	甘 肃	平凉市农科所	1987	)	7 641.0
		盐池县沙边子村(地膜)	1986	)	13 575.0
	宁 夏	海原县李旺乡二道沟村(地膜)	1995	0.02	15 588.0	
		山 西	寿阳县宗艾村(地膜)	1995)	13 272.0
			陕 西	乾县下丁家村	1988	)	8 646.0
正宁县永正乡堡住村(地膜)	1990	)		13 342.5	
正宁县永正乡堡住村	1990	)		12 150.0	
甘 肃	泾川县高平乡	1987		)	6 304.5
	灵台县什字乡	1988		0.10	7 125.0	
谷 糜	山 西	灵台县什字乡(地膜)	1988	0.13	10 890	
		屯留县高店	1989	)	6 700.5
		寿阳县宗艾村	1994	)	9 285.0
	陕 西	府谷县大佛山	1983	)	4 725.0
		安塞县油坊沟	1984	)	6 652.5
	宁 夏	澄城县杨家垅(夏谷)	1988	)	6 163.5
		固原县杨郎乡陶庄村	1989	)	4 575.0
		内 蒙 古	武川县大豆铺	1988)	6 907.5
	马 铃 薯	陕 西	米脂县高西沟	1985	0.28	10 575.0
			定西县唐家堡	1989)	6 310.5
甘 肃		固原县杨郎乡陶庄村	1989	0.07	13 743.0	
		湟中县共和乡(浅山)	1983	0.09	12 430.5	
青 海		贵德县河东乡	1976	0.10	14 916.0	
甘 薯	陕 西	合阳县东王乡	1973	)	15 510.0
		乾县下丁家村	1989	)	14 730.0

平均单产 9 105kg, 选用品种为当地高产良种 801.3。从表 2 中可以看出, 由于选用高产品种, 各种作物高产不断刷新。随着各类高产品种的育成, 近几年各地开展的吨粮田工程建设, 春玉米 667m²(1 亩, 下同) 单产达吨粮已非理论计算值, 在各地屡见不鲜, 这些产量较当地大田玉米单产高 2~3 倍, 世界玉米记录产量 21.2t/hm², 较黄土高原高 22.8%~41.3%, 而且世界记录还将不断刷新。面对国家对粮食发展的要求, 要种子先行, 所以应做以下几点:

第一是加强领导, 增加投入。把种子基本建设搞上去, 还要组织力量, 开展作物营养育种, 选择和推广耐旱与丰产性能较好的旱肥型优良品种; 第二是加强良种繁育体系建设。坚持集中连片、严格隔离的原则, 建立稳固的不同级别的生产基地, 生产种子一定按照技术规范进行操作。必须恢复和加强良种繁育推广体系, 并严格抓好去杂去劣, 保证繁种纯度, 抓住新品种和对路品种的生产; 第三是建立健全服务体系。在同样生产条件下, 良种一般可增产 20%~30%, 目前黄土高原良种普及率仅为 50%~60%, 还存在着许多品种的退、劣、杂、乱等质量不高和种子市场出现的假冒伪劣的问题。要解决这一问题, 必须保证生产上有足够的良种, 有计划地建立较为稳固的良种供应渠道, 实行良种良法; 第四是要大力推广优、特新品种, 做好良种保纯复壮, 缩短良种的更新换代周期, 合理布局。一般一个地区或乡镇不宜种过多的或单一的品种, 以 2~3 个品种为宜, 两个品种的可按 6B4 比例搭配; 第五是搞好试验示范和推广, 加强与科研、育种部门合作攻关, 大力向产前渗透, 积极开发新品种的选育和引进, 把良种示范和推广推向一个新阶段。建立标准化区试点, 使良种覆盖提高到 80% 以上, 发挥大面积良种的增产潜力; 第六是加强种子规范配套建设, 广泛开展宣传活动, 实行以法制种, 建设种子管理队伍, 把好三证审批发放关; 第七是实行种子服务社会化, 围绕着种子/ 产前、产中、产后 0 服务, 开展多种经营; 第八是利用/ 入关 0 以后国内种子市场和国际种子市场对接的机遇, 发展/ 三资 0 企业和边境贸易, 形成多层次、多渠道、多形式的种子内外贸易, 融入世界经济的大循环的格局。

2.5 集水和节水技术。黄土高原地区降水的基本特征是: 年降水量少, 年际变化大, 年内分布不均, 暴雨集中易形成洪灾, 造成水土流失, 多年平均降水在 250~700mm 之间, 多雨年是少雨年的 3~4 倍。采用集水技术措施, 实现自然降水的空间聚集, 改善区域农田土壤水分状况, 人为调节作物不同生育期供水, 同时推广节水技术, 扩大灌溉面积。水资源问题既是黄土高原发展粮食生产的最大制约因素, 又有巨大的节水潜力。本区已有的典型实践显示, 改大水漫灌为水畦灌溉, 可节水 25%; 滴灌可节水 55%, 增产 60%, 地膜覆盖玉米和棉花可节水 30%, 增产 30%。黄土高原在生产实践中实行了一批行之有效的节水技术, 如甘肃和宁夏推广的雨水集流补灌技术, 山西省推广旱地地膜覆盖丰产沟蓄水、聚肥、保土技术, 陕西渭北旱原推广的调节亏缺度灌溉等技术, 有效地扩大灌溉面积, 正成为各省(区) 粮食增产的增长点。黄土高原有代表性的节水技术除管灌、喷灌、滴灌、渗灌、膜上灌等节水灌溉技术外, 还应重视地形改造, 增加入渗, 减少蒸发, 作物布局和修筑集流系统等传统农业技术的推广应用。除发展集流节灌技术外, 节水也大有潜力可挖, 发展节水农业对于充分利用水资源, 促进农业稳产有十分重要的作用。据试验, 旱农地区总降水中, 地面径流和地下径流各占 14% 左右, 也就是说 86% 的自然降水可供作物利用, 但在一般耕作条件下, 通过作物蒸腾形成的作物生产力仅占总降水量的 25% 左右, 60% 左右的水无效蒸发, 因此必须采取耕作、覆盖等农业节水措施, 提高水分利用率, 突出抓好农业节水工程建设, 主要节水技术有: 输水系统节水技术、田间节水技术、节水型井灌技术、非充分灌溉和局部灌溉技术。无水利设施区域以推广旱作农业为重点, 主要包括以下 5 项: 地膜覆盖技术、作物绿肥带状轮作培肥保墒技术、蓄水保墒耕作技术、秸秆覆盖技术、种植结构调整优化技术。据西北农大干旱半干旱中心在宁夏海原李旺镇二道沟村采用微集水种植方式, 可有效地改善土壤供水, 能提高水分利用率, 增加作物产量(见表 3)。由于处理春小麦发育好, 生物学产量和经济学产量比对照高 60.7% 和 75.1%。随着工农业生产的发展, 21 世纪黄土高原干旱缺水的现象更为突出, 要把旱作农业和节水农业作为跨世纪发展的紧迫任务, 列入国民经济计划, 争取到下世纪初, 使我国旱作农业有一个较快的发展。

表 3 1998 年宁夏海原李旺镇二道沟村小麦试验结果

处 理	生物学产量(kg/hm ²)	经济学产量(kg/hm ²)	株高(cm)	穗粒数(粒/穗)	千粒重(g)
处理 1) 1	6 565.5	2 076.0	91	41	38
处理 2) 1	6 190.5	1 969.5	89	39	41
处理 1) 2	5 542.5	1 809.0	91	40	41
处理 2) 2	5 359.5	1 752.0	88	34	36
对照 1	3 829.5	1 116.0	72	31	31
对照 2	3 529.5	1 056.0	71	28	28

2.6 地膜覆盖。地膜覆盖 70 年代引入我国, 首先在园艺作物上应用, 使苹果产量倍增并为冷凉地区和大城市缓解了瓜菜周年供应。80 年代覆膜栽培扩大到粮食作物和经济作物, 有明显的增湿保墒、防虫灭草及充分利用自然资源, 增产增收的效果。在所有高产技术中, 绝大多数采用地膜覆盖。80 年代山西沁水冬小麦地膜覆盖成功之后, 在黄土高原经历不

断完善逐步应用于生产。近年来,甘肃省研究成功了地膜小麦穴播种技术,突破了机械覆膜、精量穴播一次作业的技术难点,使该项技术迅速应用于小麦生产。1995年示范0.07万hm²,1996年在全省推广2.87万hm²,1997年推广6.67万hm²,多点示范结果,地膜小麦可增产1442~2106kg/hm²,最高可增产3000kg/hm²,粮食增产率是水地的20.9%~38.9%,是旱地的59.9%~88.0%(见表4)。陕西彬县新民良种场1990年0.37hm²地膜玉米吨粮示范田共产玉米6905.2kg,平均单产为18833kg/hm²;麟游县农业科学研究所丘陵山区进行春玉米条田盖膜栽培技术示范,有0.153hm²达到单产17511kg/hm²,他们的覆盖方法是:起垄后,待蓄好底墒和口墒时,选用宽70~80cm,厚0.006~0.007mm的超薄膜立即覆盖保墒。在垄两边开10cm左右的沟,将地膜拉展铺平,把两边分别压入沟内,埋土压实,使地膜紧贴地面,隔4~5cm在垄膜上压一条横土带,防止大风揭膜。通过多年的实验和实践,陕西省1999年推广地膜小麦达133万hm²,使当年夏粮在遭受旱灾之后全面丰收。

2.7 立体种植。在黄土高原热量不足的特定自然条件下,遵循植物群落学的演变规律、成层结构规律、竞争和互补规律,采用春小麦覆膜玉米带状种植间作大豆,形成/玉米盖顶,小麦缠腰,大豆垫底,蚕豆镶边,麦后覆草0的五元多层次立体种植复合群体和时空技术结构,已获得明显的经济效益,其高产高效的主要原因是:1)充分利用了空间,增加了光合效率;2)利用了边际优势;3)用地与养地相结合;4)增加了抗逆能力。陕西省重点推广了粮食作物间套粮食作物、粮食作物间套经济作物、经济作物间套经济作物3大类的60多种立体种植模式,实现了一料变两料,一熟变多熟,增产增收。旱地立体种植120万hm²,年均增产粮食78.8万t,增收14亿元。黄土高原地区吨粮田是传统农业和现代农业相结合的系统工程。根据当时气候特点,采用玉米、小麦间作套种。在精耕细作、增施有机肥料的基础上,应用良种技术、地膜覆盖、化学肥料、化学除草除虫、农业机械等现代农业技术实现吨粮田。依靠增加复种措施,实行立体的种植来提高单位面积的产量以增加粮食总产量是黄土高原地区发展高产、优质、高效农业的必然选择,也是提高种植业综合效益的最佳途径。多元多层次立体种植制度,有利于大幅度增加单位面积产量,同时也使种植业内的经济效益显著增加。立体种植由于多作协作配合,资源利用合理,相对于单作,无论从单位面积,农田的产出数量、种类,还是生产效益等方面均显著增加。以吨粮田与单作小麦比较,每公顷产量增加1倍,农田产品种类由小麦一种增加到小麦、玉米、大豆、绿豆等多种产品,收益12750~21000元/hm²,每公顷增收8250元,经济效益十分可观。陕西陇县农业技术推广中心从1990年开始进行粮田栽培技术研究,该地区春季升温慢,秋季降温快,种植农作物两料热量不足,一料热量有余,因而在旱源川道采取小麦、玉米、豆类间套。1994年667hm²这样的间套吨粮田单产获得小麦5580kg/hm²,玉米9090kg/hm²,黄豆、芸豆360kg/hm²,三料共计每公顷平均产粮15030kg/hm²。他们的种植方式是:选用1.7m带型,小麦占0.9~1.0m,种7行成三密一稀式,小麦收后在麦茬地复种两行豆类;玉米占0.7~0.74m,种2行,株距18cm,667m²育苗4000株。

表4 甘肃不同降水年型地膜小麦增产情况

小麦类型	1994年(平年)			1995年(旱年)		
	产量(kg/hm ²)	比对照产量(kg/hm ²)	增产率(%)	产量(kg/hm ²)	比对照产量(kg/hm ²)	增产率(%)
冬小麦	5257.5	2062.5	64.6	4362.0	1965.0	82.0
春小麦	6900.0	2077.5	43.1	5896.5	1876.5	46.7
旱地小麦	5064.0	1897.5	59.9	4500.0	2106.0	88.0
水地小麦	7174.5	1747.5	32.2	6490.5	1818.0	38.9
全省平均	6309.0	1842.0	41.2	5313.0	1941.0	57.6

山西省农科院小麦研究所于1990~1997年在大宁县曲峨镇的沟坝川地上进行了小麦套玉米吨粮田种植方式研究。试验处理有5种:1)对照1为单茬小麦,10月10日播种;2)对照2为单茬春玉米,4月20日播种,667m²育苗3000株;3)/三一〇式条带,即3行小麦1行玉米为1条带,小麦带宽60cm,玉米带宽40cm;4)/九四〇式条带,即9行小麦,4行玉米,333.3cm为一条带,小麦带宽233.3cm,玉米带宽100cm;5)/六二〇式条带,即6行小麦,2行玉米,150cm宽为一条带,畦宽100cm,种6行小麦,畦宽50cm,两侧麦收前5月20日各套种1行玉米,667m²育苗3500株,小麦10月5日播种。在这5个处理中,只有/六二〇式达到667m²产吨粮,小麦667m²产346.8kg,较单茬667m²产小麦398.4kg少51.6kg,玉米667m²产660.9kg,较单茬玉米743.5kg少82.6kg,两料合计为1007.7kg,不仅高出单茬小麦与单茬玉米,还比/三一〇式667m²单产673.4kg高49.64%,比/九四〇式667m²产732.2kg高37.63%,甘肃白银市农业技术推广中心在靖远县壮湾乡金山村三组进行小麦、玉米带田试验,在20个处理中,有3个处理单产超过吨粮(1003~1112kg/亩)。他们带型结构是/六二〇型,总带宽150cm,小麦带宽70cm,种6行,行距14cm;玉米带宽80cm,种2行,行距26cm,小麦玉米间距27cm。

2.8 水土保持耕作。由于黄土高原地区水土流失严重而对农业造成影响,从而造成农田/三跑0到切割、蚕食土地。采

取工程、生物、耕作三大措施治理水土流失,把上游的水土流失搞好,让下游安全、黄土不流失,下游可大幅度增产,而且高于上游几倍。所以,水土保持耕作法在水土流失的作用中不可低估,在坡耕地上采用水土保持措施意义重大。水土保持耕作法作为保护耕作法的一种形式,已在黄土高原推广和应用了近 20 年且效果明显,陕西省延安市在“两法”耕作技术的基础上发展形成了耕作保墒、用养结合的“四法”种田,推广达 20 万 hm^2 ,其中“两法”耕作在旱地农田土壤侵蚀模数平均为 417 t/hm^2 。比一般农田少 41.6%,增产 30% 以上。90 年代,延安又推广大垄沟技术,1994 年宝塔区将“两法”种田耕作技术和丰产沟技术合并成大垄沟耕种法,当年推广 1.25 万 hm^2 ,1996 年达到 3.17 万 hm^2 ,占到该地区农作物总播面积的 93.1%。粮食产量从 1994 年的 9.8 万 t 增加到 1996 年的 11.1 万 t。水土保持耕作技术不仅适用于旱川地,而且适用于旱坡地。中科院水土保持所安塞试验站根据旱坡地坡度的大小,提出了一套适合于坡度大小的耕作法,即:小于 25° 坡耕地水平沟植;25°~30° 坡地草粮带状间轮作;大于 30° 坡地草灌带状间作种植。水土保持耕作法具有明显拦蓄径流,减少侵蚀和养分流失以及提高单产的作用。其中水平沟耕作也叫横坡耕作,主要适用于山坡和塌弯梁峁地,在耕作过程中土壤水分损失少,有利于保墒防旱,创造了虚实并存的耕层构造,增强了土体抗风蚀和水蚀能力。在坡耕地上,它改变了地面小地形,增加地面粗糙度,增加降水入渗率,从而达到拦截降水,减缓地表径流,减少土壤冲刷和养分流失。据在千阳试验,谷子、小麦水平沟耕作比平播能减少土壤养分流失,水平沟种植谷子提高 38%,小麦提高 45%,其它作物也有不同程度的增产(表 5)。

表 5 陕西千阳山地水平沟耕作与养分流失关系试验情况表

试验年份	供试作物	处 理	径流中可溶性氮		土壤侵蚀中流失氮		粮食产量	
			可溶性 N(kg/hm ²)	较平播减少(%)	流失氮(kg/hm ²)	较平播减少(%)	产量(kg/hm ²)	较平播增产(%)
1994~1997	谷子	水平沟耕作	33.33	27.4	1752	33.8	1200	38
		平播耕作	45.92		2644		750	
1997~1998	小麦	水平沟耕作	15.88	44.8	449	38.9	1463	45
		平播耕作	28.77		735		807	

3 结束语

根据江泽民总书记“再造一个山川秀美的西北地区”的指示精神,我们结合黄土高原的实际情况,着重分析了黄土高原地区效果明显的几种耕作技术在农业发展中的作用,但由于耕作技术措施只是防治水土流失和改善生态环境的措施之一,还应与林草措施和工程措施配合运用,针对该地区的具体情况应有所侧重。治理水土流失,要采取退耕还林(草)、封山绿化、个体承包、以粮代赈的措施,黄河中上游坚决实行坡地退耕还林,坚决停止新的毁林毁草开荒,做到树上山,粮下川,要大搞绿化,保护植被,发展林业及相关产业,开展多种经营,开展新的增收门路。所以,耕作技术要围绕良性生态环境进行研究,没有绿色的植物存在,就不能将太阳能转化为化学能,不但不能生产积累化学能,而且徒然蒸发了宝贵的水份,只能导致越来越干旱,生态环境恶化,甚至将会危及整个国民经济的发展和子孙后代的生存,耕作技术也显得苍白无力。为扭转这一恶性循环的局面,就必须落实总书记指示,加速综合治理,搞好水土保持,特别是要和生物、工程、耕作三大措施密切配合,实行生态环境良性循环。

参考文献:

- [1] 李振吾,籍增顺.旱地农业可持续发展策略与技术途径[M].北京:中国农业科学技术出版社,1998.21~40
- [2] 信乃谕,王立祥.中国北方旱区农业[M].南京:江苏科学技术出版社,1998.1~28
- [3] 宋尚有,王吉庆,樊庭禄.资源集约型耕作制)北方旱农持续发展的耕作制[J].甘肃农业科技,1995(9):7~9
- [4] 佟屏亚.我国耕作栽培技术成就和发展趋势[J].耕作与栽培,1994(4):1~10
- [5] 张兴昌.陕北黄土丘陵区坡耕地土壤肥力退化原因及防治对策[J].水土保持研究,1996(2):1~7
- [6] 上官周平.适度开发黄土高原,保障区域粮食平衡[J].农科城报,1999-05-26

Study on the Application of Farming Techniques in loess plateau

WANG Zhan - li

(Research Institute of Water and Soil Conservation of Chinese Science Academy and Ministry of Water Resources, Yanglin 712100, China)

Abstract: In view of the complete set of technical system of the combination of land use and land conservation adopted in farming techniques under the special natural and social circumstances to improve the biological environment of the farmland and sustain production increase, this paper focuses on the study of the eight farming techniques that make full use of light, heat, water, air, soil, and fertilizer to achieve good social, economic and biological benefits. This paper also analyses the roles the dry farming techniques play in the continuous, stable and healthy development of agriculture and the position of improving agricultural biological environment, which provides reference to the policy makers and researcher.

Key words: farming technique; resource utilization; water and soil conservation; loess plateau

(责任编辑 陈 庄 邓成超)

(上接第 39 页)

- [2] 杨留栓等. 新型高钛活铝合金的研究[J]. 机械工程材料, 1994, 18(4): 16~ 18
- [3] Horst E. Friedrich. Forming and Bonding Techniques for High- Strength Aluminum Alloys[J]. JOM, 1995, 47(2): 33~ 35
- [4] Kevin R. Brown. The Increasing Use of Aluminum in Automotive Application[J]. JOM, 1995, 47(7): 20~ 23
- [5] 西村 尚. 用材料N特性H主J用途[J]. 塑性H加工, 1997, 38(434): 234~ 239
- [6] 李升等. 新型高强度铸造铝合金的研究[J]. 汽车工艺与材料, 1997, (2): 26~ 28
- [7] 王 冰. A356 合金的研制[J]. 汽车工艺与材料, 1997, (7): 19~ 21
- [8] Cory Padfield. Automotive Fasteners[J]. Advanced Materials & Processes, 1998, (10): 49~ 53

Study on High- strength Aluminum Alloy Materials for Automobile

ZHANG Li¹, LIU Xue- feng²

(1. Library, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China;

2. College of Material Science and Engineering, Chongqing University, 400044, China)

Abstract: This paper summarizes the categories, chemical compositions, mechanical properties, and general characteristics of high- strength aluminum alloy materials used for automobiles, and introduces some applications of high- strength aluminum alloy materials to automobile body, chassis and engine, ect. It is hoped to give reference and enlightenment to the processing of aluminum alloy materials in aluminum fabrication plants and the materil selection in automobile factories.

Key words: automobile; high- strength aluminum alloy; car body; wheel; engine; suspension system

(责任编辑 黄忠国)