

甘肃省旱作农业特点及培肥增产对策

万 伦

(甘肃省土肥站 兰州 730020)

摘 要

通过对甘肃省旱作农业生态环境、基本特点研究,提出培肥增产对策:优化土壤环境,提高旱作土壤稳定性和抗逆性;增加物质投入,培肥地力,促进低产土壤良性循环;调整作物布局,提高生物转化输出数量、质量;筛选最佳模式和措施方案,提高综合实施效益等抗旱、增产、培肥综合技术措施。

关键词 旱作农业;培肥增产

甘肃是我国西部重要的旱作农业区,全省 $348 \times 10^4 \text{ ha}$ 耕地中,旱地占 $266 \times 10^4 \text{ ha}$,为耕地 76.4%。全省旱地集中分布于陇东、中部的广大黄土地区,其主要土壤类型为黑垆土、黄绵土、黑麻土、侵蚀黑垆土等。这一区域旱地占总耕地 90% 以上,人口约占全省总人口 70%,而粮食产量仅占全省 57%^①,这说明旱作农业在全省农业中的重要地位,同时也反映出旱地目前生产水平低,急待改造、培肥的重要性。

1 旱作农业生态条件及特点

1.1 光热资源丰富、增产潜力大

甘肃旱作农业资源总体特征是光热资源比较丰富。旱作区年太阳总辐射量为 $120-150 \text{ KJ/cm}^2$,年日照时数 $1800-2800 \text{ h}$,太阳辐射强,光热充足是气候资源一大优势;热量条件大多数地区较好, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $2000-4000^\circ\text{C}$,除低温年份和高山区外,均能保证一年一熟,河谷地区还可一年二熟,但热量资源垂直差异大,立体农业显著。

据较为科学估算^②,陇东旱塬区气候资源粮食增产潜力可达 $3750-4500 \text{ kg/ha}$,而现实土壤生产力一般在 1800 kg/ha 左右,仅相当气候增产潜力 40—48%;陇中旱作区增产潜力达 $2250-3000 \text{ kg/ha}$,而现实生产力为 750 kg/ha ,仅为气候增产潜力 25—33%。

1.2 降水不足,时空分布不均,利用率低

旱作区属中纬度温带干旱、半干旱气候,年降水 $200-600 \text{ mm}$,降水资源特点为:年际变化大,丰枯水年明显,年降水变率达 16—23%;年内降水也分布不均,7—9 月降水达年度 60% 以上,相当部分以暴雨形式降落,其间有两个相对少雨时段,一个是春末初夏,一为伏天后期。

① 甘肃省气象局,充分利用降水资源,发展甘肃旱作农业,1983 年(内部资料)。

② 胡恒觉等,甘肃粮食生产前景及技术策略探讨,甘肃科技兴农对策论文集,1990 年(内部资料)。

与自然降水季节分布相关的土壤水分也呈现干湿交替季节变化。以定西、西峰两地1983—85年土壤(0—50cm)水分连续测定^①,土壤增墒期约占全年48—53%,失墒期占47—52%,两者在时间分配上大体相当;从增失墒分布看,夏秋为增墒期,冬季为稳墒期,春季为严重失墒期;从各期增失墒量分析,夏秋增墒约占全年增墒总量90%,而春季严重失墒占全年失墒60%以上,约消耗夏秋增墒62—85%土壤水分,再加上秋冬缓慢失墒,干旱年份,造成土壤水分长期入不敷出。

1.3 坡地面积大,地貌沟壑纵横

甘肃省旱作地区地貌特征表现为沟壑纵横,地面坡度大。耕地中山坡地为 $224 \times 10^4 \text{ ha}$,占旱地84.6%。由于坡地分布广,坡度大,导致广大地区地貌呈地形破碎,沟壑纵横地理分布格局。

1.4 土壤母质特征明显,养分贫瘠

甘肃旱作土壤多由黄土母质发育而成,由于黄土母质具有结构松散的特点,故大多数土壤表现质地适中,疏松多孔,通气透水,耕作省力,适耕期长的物理性状。以黄绵土为例^[1,2],其土壤质地多为壤质土,颗粒组成以0.02—0.002mm粉粒为主,含量在400g/kg以上;耕层容重为1.1—1.3g/cm³,总孔隙度可达62%,非毛管孔隙仅为16%,而通气孔隙最高可达40%;黄绵土耕作比阻小(0.23—0.25kg/cm³),耕性较好,疏松易耕;适耕期长。受母质及水土侵蚀影响,甘肃旱作土壤立地条件差,熟化度低,各种养分含量均低,耕层有机质、全氮、速效磷仅为4.2—12.2g/kg、0.31—0.97g/kg,4—6mg/kg,微量元素有效性也多在临界值下^[1]。生产性能表现为发小苗,后期脱肥,结实率低,供肥能力差。

2 旱作农业发展限制因素

2.1 土壤侵蚀严重,“三跑”现象突出

受降水集中、地面坡度大及黄土母质性质影响,旱作区土壤侵蚀严重,跑土、跑肥、跑水,生态循环失调。甘肃省黄土高原水土流失面积占总面积76.7%,年泥沙流失总量 $5.04 \times 10^8 \text{ t}$,相当于每年约 $70 \times 10^4 \text{ ha}$ 耕地刮去表土5.4cm,年流失土壤速度为成土5—10倍;按分布较广的黄绵土计算流失养分(含有机质8g/kg,全氮0.5g/kg,全磷1.3g/kg,全钾21g/kg),年损失有机质 $403.3 \times 10^4 \text{ t}$,氮 $25.23 \times 10^4 \text{ t}$,磷 $65.52 \times 10^4 \text{ t}$,钾 $1058.73 \times 10^4 \text{ t}$,折合 $2222.05 \times 10^4 \text{ t}$ 化肥,相当于1980年全国化肥总产量(有效养分) $1232.68 \times 10^4 \text{ t}$ 的1.8倍^②。可见水土侵蚀严重性及治理紧迫性。

2.2 干旱波及范围广,历史久

干旱是甘肃省旱作区威胁最大、波及最广,发生频繁的自然灾害。以全省中部18个干旱县近500年历史资料研究^[3],旱及偏旱年份占54%,涝及偏涝年份占26%,正常年份仅占20%;从各时段干旱频率看,春旱出现频率为20—60%,春末初夏旱为20—70%,伏旱30—50%。由于旱作区干旱的持续性,导致作物需水供求矛盾突出,水分亏缺严重。据测算^③,旱作区小麦玉米水分亏缺50—350mm。这说明,在干旱气候背景下旱作农业应围绕抗

① 邓振镛等,甘肃土壤水分变化特征与农业对策,甘肃科技兴农对策论文集,1990年(内部资料)。

② 甘肃省黄土高原水土保持专项治理规划报告,1986年(内部资料)。

③ 甘肃省气象局,充分利用降水资源,发展甘肃旱作农业,1983年(内部资料)。

旱生产为中心。

2.3 肥力水平低, 土壤生产力差

旱作土壤产量、水分效益与土壤肥力密切相关。以定西县 1958—83 年间农田供氮、面积、年降水和产量通径分析^①, 农田供氮与产量相关性 ($r=0.66^{**}$, $r_{24(0.01)}=0.406$) 居首位, 其次为降水, 且农田面积与供氮交互效应远大于降水效应。可见, 土壤养分在旱作农业中的重要地位。但由于甘肃省旱地地力基础产量多小于 1500kg/ha, 地力对产量贡献率仅为 20.7—59.8%^②, 且旱耕熟化微弱, 耕层厚一般为 15—18cm, 农田相当程度依赖黄土自然肥力维持简单再生产, 加之黄土母质瘠薄, 潜在养分不足, 使水分效益不高, 产量长期低而不稳, 形成旱地多薄, 薄地易旱, 旱薄相连的恶性循环。

2.4 重用轻养, 土壤抗逆性差

由于旱作区坡陡沟深, 投肥有限, 长期广种薄收, 用地养地比例失调。据平凉地区以川、塬、梯田、坡地四类农田统计, 在不考虑复种仅种一季小麦时, 年公顷支出土壤养分 103.5kg, 土壤侵蚀按年冲走 5mm 土层计流失养分 76.5kg, 支出合计 180.1kg, 而全区每公顷投入有机肥养分 36kg, 化肥按当季利用率计为 63.2kg, 投入合计 99.2kg, 投入和支出差额达 80.9kg, 若考虑复种和径流则差额更大^[4]。

另一方面, 旱作区能源严重不足, 使大量应予还田农作物秸秆和畜粪被烧掉, 据定西地区估算^[5], 仅此两项每年约损失相当 750×10^4 kg 氮素, 致使全区约有 1/3 耕地没肥施, 即使施肥, 亩施量也只有 250—500kg 精粪, 化肥施用限于经济条件, 每公顷投入仅为 75kg。由于土壤缺乏必要物质补充, 农田生态循环失调, 土地越种越瘦, 肥力日益衰退。

3 旱作农业培肥增产对策

3.1 优化土壤环境, 提高旱作土壤稳定性、抗逆性

(1) 以小流域为单元实行综合治理

长期农业实践证明, 小流域综合治理是发展旱作农业有效途径。西峰市南小河沟流域^③, 从合理利用水土资源入手, 以提高旱地自然降水利用率为中心, 采用生物、工程、农牧结合, 实行山、水、田、林、路综合治理, 取得显著效果。全流域农、林、牧非生产用地比例由治前 53:1:29:12 调至 46:13:16:25, 完成治理面积 58%, 年拦泥沙效益达 97%, 蓄水效益提高 55%, 特大暴雨削减洪峰 90—94%, 蓄洪效果达 46—71%, 总体经济效益提高 1.2 倍。

具体治理措施为, 塬面布设三道防线: 大面积兴修水平条田和筑地边埂, 就地拦泥蓄水, 水不出田; 对村庄道路采取修水窖、涝池节节蓄水, 分段控制; 沟头、沟边筑沟边埂及沟头防冲林, 使塬面水不下沟, 沟头不前进。对坡地兴修梯田, 建立山地果园, 营造护坡林, 种植苜蓿等。主沟中游沟各修建水库和小淤坝地。支毛沟修建沟底防冲林。

(2) 兴修水平梯田, 优化耕地质量

兴修梯田、水平沟是治理坡地水土流失重要手段, 其增产主要是蓄水保墒、保土保肥的

① 胡恒党等, 陇中半干旱农田生产力开发对策研究, 1988 年 (内部资料)。

② 甘肃省农科院、省土肥站, 甘肃化肥试验网试验总结, 1986 年 (内部资料)。

③ 宋尚智; 从南小河沟土壤侵蚀特点及治理成效看黄土高原沟壑区综合治理方向, 1980 年 (内部资料)。

结果。以定西安家坡梯田与原坡地比较^①, 坡地在10—24°下径流系数为0.14—0.84, 相当年降水1/3水分流失, 修梯田后, 平均径流系数仅为0.06, 梯田土壤含水量明显高于坡地。其0—50cm土层贮水量小麦全生育期可提高11.36—46.41mm, 特别是小麦需水临界期(4—5月)增高26.8—46.4mm, 降水利用率提高2.25—4.65kg/mm·ha。此外, 梯田经培肥后, 耕层氮、磷、钾含量分别比坡地提高44.3%、57.5%、23.8%, 团粒结构增加3.2倍^②。因此, 兴修梯田是旱地持续农业重要手段, 应大力提倡, 完善配套技术。

(3) 合理耙耱镇压保墒, 建立旱作农业耕作制

首先应抓好伏秋深耕翻, 纳伏秋雨供春用, 蓄伏秋墒抗旱。据定西周家山试验测定^③, 雨季翻耕比不耕旱梯田, 0—100cm土层水分贮量增加29—42mm, 其中20—60cm土层增加最明显; 另据平凉地区的测定^④, 深耕较浅耕有机质增加0.3g/kg。速效磷增加3.6mg/kg, 容重降低0.19g/cm³, 孔隙度增加7.2%。其次应搞好镇耱保墒。据测定^⑤, 早春镇压, 0—10cm土层水分提高20—30g/kg, 表土干土层降低1—2cm, 增产225—623kg/ha。由此, 旱作区合理的土壤耕作, 对蓄存天然降水, 增强土壤保水、保肥及形成上虚下实的土壤结构十分必要, 应大力倡导。

3.2 增加物质投入, 培肥地力, 促进旱作低产土壤的良性循环

(1) 增加有机物质投入, 合理施用化肥

鉴于旱地土壤养分贫瘠, 肥力水平低, 物质循环失调的实际, 增施农肥、秸秆还田, 种植绿肥等增加有机物质投入, 合理施用化肥, 实行有机与无机相结合, 对于改善土壤性状, 促进养分平衡及物质循环, 发挥肥料的抗旱、培肥、增产作用具有重要作用。平凉地区旱地冬小麦长期培肥试验表明^{⑥⑦}, 有机肥与氮磷配施处理冬小麦产量连续稳定在3750kg/ha以上, 较施氮及氮磷配合处理分别增产1347、1039.5kg/ha; 其水分利用率达11.85kg/mm·ha, 分别较施氮和氮磷配合处理高2.55、1.5kg/mm·ha; 耕层有机质较试前增加5.7g/kg, 全氮增加0.58g/kg, 速效磷增加10—16mg/kg, 速效钾175—216mg/kg, 容重下降0.10—0.18g/cm³, 孔隙度增加3.8—6.8%; 尤其值得一提的是, 采用长期有机无机肥配施处理, 土壤腐殖质碳比试前增加2.7g/kg, 有机质质量得到了改善, 特别是对土壤吸收性和促进土壤结构体形成有关的胡敏酸含量占腐殖质组成60%, 胡富比达到1.5, 有机无机复合度达到80%以上, 微生物活性及数量增加。

(2) 改革施肥技术, 提高肥料利用率

以往旱地施肥多在春季以表施形式为主, 但表施易与种籽争夺水分、影响出苗, 加上肥料挥发、淋失, 利用率低。因此推广肥料秋施和深施, 这是旱作地区抗旱保墒, 提高土壤深层养分利用及化肥利用率重要措施。据定西50点试验^⑦, 秋施比春施化肥, 增产10—16%, 氮肥利用率提高11.5%, 磷肥提高6.3%。

① 定西地区水保站, 水土保持试验成果资料汇编, 1986年(内部资料)。

② 定西地区水保站; 水土保持试验成果资料汇编, 1986(内部资料)。

③ 甘肃省气象局; 充分利用降水, 发展甘肃旱作农业, 1983年(内部资料)。

④ 平凉地区农技站; 旱地农业论文集; 1988年(内部资料)。

⑤ 平凉地区农科所; 旱地土壤培肥研究项目总结, 1987年(内部资料)。

⑥ 平凉地区农技站; 增加有机投入, 提高土壤肥力; 1991年(内部资料)。

⑦ 鲁泽等, 秋施肥及化肥深施在抗旱中作用, 1995年(内部资料)。

3.3 调整作物布局, 提高生物输出数量、质量

(1) 实行草田轮作, 建立粮经草复合轮作制度

由于旱作区年降水只能满足一季作物需求, 加之区域种植制度以粮为主, 粮经比例失调现状, 实行草田轮作, 建立粮经草复合轮作制度, 是提高作物产量有效技术。庄浪县柳梁乡张陈村总结出小麦复种箭舌豌豆次年倒种大秋的草田轮作制度, 取得较好效果。全村每年保持 15—20ha, 复种绿肥面积, 占小麦面积 38.8%, 每三年轮种一次, 绿肥面积 10% 压青种麦, 90% 收草养畜, 翌年倒种大秋, 形成小麦→复种箭舌豌豆(压青)→小麦; 小麦→复种箭舌豌豆(割草喂畜)→倒种大秋两种草田轮作形式, 由于绿肥增加饲草来源, 推动了畜牧业发展, 全村 1989 年大牲畜和猪数量分别达到 122 头与 400 口, 粮田全部施上农家肥, 粮食总产比改前增加 8.9 万 kg, 增长 65.9%^[6]。

(2) 推广间套带种技术, 提高复种指数

因地制宜, 合理轮作, 由原始的轮作制度向先进轮、间、套作发展, 形成以高产作物和品种代替低产作物和品种, 使种植结构和比例趋于合理, 是旱作农业发展目标。近年来, 旱作区涌现出近 30 种间套带种形式, 复种指数逐渐提高, 取得了显著的社会经济效益。以正宁县山旱地冬小麦套大葱种植模式为例^① 采用这项技术, 小麦单产达到 2736kg/ha, 大葱为 1080kg/ha, 单位面积粮经总产值达到 1.24 万元, 除去成本, 净收益 0.96 万元, 比纯种小麦增收 0.51 万元, 效益提高 114%。

3.4 筛选最佳模式和措施方案, 提高综合实施效益

通过多年改造旱地低产农田实践, 旱作区先后筛选出小麦地膜覆盖栽培、地膜玉米双垄沟集流增墒、洋芋整薯坑种等一批适宜旱地实际, 具有抗旱、培肥的增产技术, 极大的提高了旱地农业综合实施效益。以地膜小麦技术为例^②, 其比露地麦每公顷增产 2106—1897.5kg, 增产率达 60—88%, 若除去投入, 每公顷净收入 1950 元。

参 考 文 献

- [1] 甘肃省土壤普查办公室, 甘肃土壤, 农业出版社, 1995 年。
- [2] 南京土壤研究所, 中国土壤, 科学出版社, 1978 年。
- [3] 罗哲贤等, 甘肃省中部近五百年旱涝周期特征, 甘肃人民出版社, 1984 年。
- [4] 蒋维新, 平凉地区土壤退化及治理措施, 甘肃农业科技(增刊), 1991 年。
- [5] 李楫, 我省中部地区发展有机旱作农业潜力与途径, 甘肃人民出版社, 1984 年。
- [6] 蒋维新等, 发展绿肥、增加肥源, 新疆农业科技(专辑), 1996 年。

① 正宁县农技中心; 山旱地冬小麦套大葱高产高效栽培技术总结, 1994 年(内部资料)。

② 李守谦; 地膜小麦的研究与示范推广; 1996 年(内部资料)。