

保持水土和改良土壤 是农业稳产高产的根本措施

张沁文

(山西省农村发展研究中心)

提 要

我国北方农业低产落后、自然灾害频繁的一个主要原因是土地贫瘠。这是我国北方特定自然条件所形成，同时也有着悠久的历史根源。我们的祖先在这块宝地上为世界农业发展和人类文明作出巨大贡献的同时，也破坏了这块基地的生态环境，到处水土流失，沟壑纵横，耕地破碎，土壤瘠薄。要通过水土保持综合治理，改良土壤，建立起用地养地相结合的耕作制度，使土地越种越肥，永续高产稳产。

种植业生产作为一个自然再生产过程，其实质是：农作物在一定的温度条件下，通过光合作用把空气中的二氧化碳和从土壤中所吸收的养分、水分转化为碳水化合物。要提高农作物的产量，就要研究光热水气土等因素的相互关系。英国学者布赖克曼(F. F. Blackman) 1905年提出“限制因子定律”。他指出，在农作物生长过程中，增加一个因子的供应，可以使作物生长增加；但是遇到另一个生长因子不足时，即使增加前一因子也不能使作物生长增加，直到缺少的因子得到补足，作物才能增加生长。以光合作用为例，在弱光下，它的速度受光的限制，加温、加二氧化碳不能提高光合作用速度；但到光强达到一定程度，二氧化碳的浓度变得不足时，它就成为限制因子，再增加光强也没有用，只有增加二氧化碳浓度才能提高光合作用速度。所以研究环境因子的作用，不能孤立地追寻一个因子的作用而不考虑其它因子的情况(殷宏章：“光合作用研究五十年”，《自然辩证法通讯》1980年第4期)。

用系统科学观点看，影响农作物生长发育的各种因子组成一个环境和物质系统。光热水和二氧化碳以及土壤营养，分别为这个系统中的子系统。只有当这些子系统趋于等衡状态时，形成一个优化组合的系统，即在同等满足农作物生长发育需要时，农作物才能大量增加生长。有一些子系统处于低功能态时，即有一些因子不能满足农作物生长发育时，农作物就不能增加生长。所以，研究农业技术，指导农业生产，其工作实质就是研究和处理影响农作物生长发育的因子，使各个因子形成一个优化组合。重点在于找到限制因子，增加对限制因子的投入，解除限制因子，提高农作物的产量。

当今人们从事的农业生产，除了极少数人工气候工程设施外，在大面积农田上的种植业，光照和热量是我们无法控制的因素，二氧化碳也是现今科技条件下无法普遍控制的因素，而且这些因素，目前和今后很长一个时期中将不是制约农作物生长增加的因素。据气象研究报告，山西省每年太阳照射给予的总能量达到 2.2×10^{17} 千卡，相当于289亿吨煤的能量(钱林清：“山西旱农气候分区”，《农村发展探索》1983年第2期)。在光热组合最差的地区，若光能利用率以0.5%

计算，光热生产潜力每公顷粮食产量在5,250公斤以上。然而，目前北方地区粮食平均每公顷产量距此目标甚远，是什么因素制约着产量的增长？我们认为，目前影响农作物产量增长的因素是水分不足和来自土壤中的营养不足。

首先，我们看看降水与农作物产量的关系。

降水和降水的月际分布，是目前科技条件下尚无法控制的因素。但是通过人们合理的耕作，可以充分利用降水。在我国北方旱农地区，有的每公顷产量仅750公斤上下，有的产量达7,500公斤以上，就是耕作好坏的鲜明对比。假如人们充分利用降水，产量潜力究竟有多大呢？据目前研究计算，认为形成0.5公斤光合产物，需水至少150公斤以上，我们权且以形成0.5公斤干物质需150公斤水论，一般粮食作物的经济系数为0.33，则生产0.5公斤粮食需水500公斤。这样，每公顷地上每1毫米降水如果全部用于形成干物质，并折算成粮食产量约为0.67公斤。以此推算，如以山西省长治地区为例，降雨量600毫米，公顷产量可达6,000公斤。但现在长治市屯留县的王公庄，大面积旱地玉米每公顷产量达到9,675公斤，平均每公顷地上每1毫米降水生产粮食1公斤多。看来，科技工作者的理论推算谨慎有余，估计潜力不足。假如我们按每公顷地上每1毫米降水生产1公斤粮食推算，山西省平均降水量535毫米。粮食单产可达8,025公斤，是目前最高产典型的水平，当然难以实现。如果按目前一般旱地高产典型的水平推算，每公顷地上每毫米降水生产粮食0.67公斤，1公顷产粮5,370公斤，还是可望实现的。

然而，山西省目前大面积旱地粮食产量远未达到这个水平，大多数旱地的产量只有1,875公斤上下。原因何在？长期以来，山西和北方一些地区一直把农业低产落后的原因归之于“十年九旱”。山西常年降水量400—600毫米，多年平均降水量535毫米，是大气条件所决定的，人们在现今的科学技术条件下还难以改变。把“低产”的原因归结于一个人力无法改变的自然现象，这就是长期以来我们找不到摆脱“低产”局面，打开“高产”大门的钥匙的深刻原因。

北方旱地农业低产落后的原因究竟是什么呢？很清楚，主要不是“十年九旱”，而是“十二个月九个月旱”，是一年之中降水的分布与农作物生长需水时期不同步。因为北方旱区属季风气候，春季风大，降水量只占全年降水量的7—8%；夏季多雨，降水量主要集中在7—9三个月。在春季这个越冬作物返青生长和大秋作物播种需水的关键时期，由于降水很少而造成干旱。而7—9三个月的大量降水，夏作物用不上，秋作物也只能少量利用。本不丰沛的535毫米降水，大部分都不能为作物生长吸收利用。这就是北方旱地农业低产的症结所在。

那么，不能为作物生长利用的降水，其去向如何？山西省气象科学研究人员根据水分平衡计算，全省年平均降水量中，径流和渗漏占17%，即91毫米；植物蒸腾和土壤蒸发占83%，即444毫米。按旱地粮食平均每公顷产粮1,875公斤、每毫米降水生产粮食0.67公斤的标准估算，现在实际只利用了186毫米的雨量，即农作物的有效蒸腾，仅占年降水量的35%，而土壤蒸发达258毫米，即无效蒸发占年降水量的48%（钱林清：“山西省旱农气候分区”，《农村发展探索》1983年第2期）。

至此，我们终于在更深层次上找到了北方旱地农业低产的原因，即主要不是年降雨量少，现有的年降雨量还有65%未利用。未充分利用的原因在于，年降雨量的月际分布与农作物生长需水时期不同步。这就是本质的原因。虽然这也是大气候条件所决定的，也是人们在现今的科学技术条件下难以改变的自然现象，但这是我们能够适从的自然现象。我们能够顺应这种自然现象，采取工程措施和耕作措施加以调节对付，把全年的降水蓄积起来，调剂使用，在夏秋雨季蓄积降水，供第二年春夏缺水时使用。办法有两个：一是靠修水库蓄水，走灌溉农业的道路；二是靠土壤蓄水，走旱地农业高产稳产的道路。当然，灌溉农业能稳定地满足农田需水，能创造高水肥条件达

到高标准的高产稳产，所以凡是有条件兴修水利的地方，要积极发展灌溉农业。但在北方许多地方，由于山多川少，地高水低，沟壑纵横，地形破碎，发展水利的难度很大。据山西省水利部门规划，到本世纪末，全省水浇地面积将保持现有的113.3万公顷，约占耕地面积的30%；还有273.3万公顷，即占总面积70%的耕地将仍然是旱地。这样大面积的旱地，我们不甘长期“低产”，也应当走一条高产稳产的道路。实践证明，广大农民已经创造了旱地农业高产稳产的模式。不过，这是标准略低于水浇地的高产稳产模式。他们的主要经验，就是平田整地，培肥土壤，科学耕作，建设“土壤水库”。

综上所述，解决干旱问题的根本之计在于，蓄积夏秋雨水供第2年春夏干旱之时所用。我们澄清了一个人们既知其现象但似乎又不明其事理的问题。长期以来我们指导农业生产，年年号召抗旱，组织抗旱，结果年年受旱。因为我们在旱象丛生之时才抓抗旱，实在抓不出多少水来；尽管兴师动众，投入大量财力物力，效果很差。应当清楚，抗旱的黄金季节是在雨季，夏田要抓好伏耕，秋田要抓好秋耕，搞好深耕纳雨蓄墒，把降雨大量渗蓄于土壤中，并通过耙耱保墒措施保持水分，减少无效蒸发。广大农民总结的“伏雨春用”、“春旱秋抗”、“以土蓄水”等丰富经验，充分体现了辩证的思想方法。他们通过抗旱耕作措施，使夏秋的雨水大部分贮存在土壤中，供来年春季庄稼出苗生长所用，从而调整了需水和供给时程的交差，解决了农作物需水时期与降水分布不一致的矛盾。他们真正抓住了抗旱的关键时期和关键措施。过去，我们年年在旱象丛生之时组织群众抗旱，为具有真知灼见的老农所斥责；他们说：“抗旱莫待干旱时”，确实是至理名言。当然，在干旱季节抓紧浇地和保墒措施抗旱，也有一定的效果。

如果我们对上述道理真正懂得并付诸实践，在旱农地区，通过平整土地、深耕、增施有机肥料改良土壤和其它耕作措施，使土壤真正起到蓄水的作用。首先减少17%的径流和渗漏，同时将48%的无效蒸发保持在土壤中。如果径流、渗漏和无效蒸发减少到20%，即减少到107毫米，使年降雨量535毫米中的428毫米能用于农作物生长，形成干物质。这样，就比原来多利用降水量240毫米，等于每公顷地上多蓄水2,400立方米。山西省273.3万公顷旱地，增加蓄水65.6亿立方米，等于山西省现有水资源量的46%。这些水虽未聚集形成水体，不能为工业和城市生活所用，但些水确实贮存在土壤之中，称之为土壤水。土壤水中超过土壤贮存能力的重力水，可能形成壤中流，但主要是垂直渗透，补给地下水，有的旁渗注入河槽，直接补充了河川径流（懋正、袁小良：“试论土壤水资源”，《农村发展探索》1984年第2期）。为土壤贮存的土壤水，将能为农作物充分利用，人们不必磨损机器，无需消耗能源，靠农作物自身利用太阳光的能量，由根系吸收利用，增加产量。

我们在本文前面曾讲到，目前影响农作物产量增长的因素，是水分不足和来自土壤中的营养不足。经过上面一段文字的探讨和测算，进一步认识到：水在目前也不是影响农作物产量增长的因素，目前的降水量还有65%未充分被农作物吸收利用来形成干物质，而是大量地流失和无效蒸发了。其根源在于耕地不平，产生径流，造成了水土流失；在于土壤缺乏渗水和持水保水能力。要提高降水利用率，就必须平整土地，建设“土壤水库”。抓好了这一条，缺水这个因子就解决了，只剩下一个土壤营养不足的问题了。

下面，我们来看看土壤营养与农作物产量的关系。土壤营养是目前农业生产过程中比较易于控制的因素，可以通过大量施肥来满足农作物的需要。尤其是随着化肥产量增加，为农业生产提供了大量化肥来补充土壤营养的不足；土壤缺什么元素，就补充什么元素的肥料。但目前来说，我们还没有进入这样的自由王国。化肥产量的增长远赶不上农业需求增长的速度，主要氮磷元素的肥料产量不能按需求比例增长，在大部分地区还未能推广测土配方施肥，因而降低了肥效。在

干旱贫瘠的土地上，由于土壤结构性状不良，化肥的增产效果受到了制约……等等。所以，满足农作物对营养的需要，还得从各地的实际情况出发，针对土壤肥力状况，采取配套的养地和施肥措施。

我国北方特别是黄土高原地区土壤瘠薄，肥力低下，可供农作物生长发育所需的营养元素严重短缺。据专家考察，山西太行、吕梁山区的农田，大部分土壤有机质含量仅0.4—0.8%。纯氮含量每公顷37.5—60公斤；陕西榆林和延安地区土壤有机质含量仅0.5—0.8%，纯氮含量每公顷60—75公斤；甘肃定西和平凉地区土壤有机质含量仅0.5—0.8%，纯氮含量每公顷30—60公斤。由于土壤营养不足这个因素的制约，不但浪费了有限的降水，更是浪费了充足的光资源。据计算，目前黄土高原的光能利用率仅0.1—0.2%。若要使每公顷粮食产量达到6,000公斤，光能利用率就必须达到0.7%，即每平方米要转化5,500千卡的能量，土壤中需要提供纯氮18克，也就是每公顷地需提供纯氮180公斤；另外，每公顷地还需提供磷素约90公斤。所有这些，都必须靠大量增施肥料予以补充。

不难得出结论，我国北方农业低产落后，自然灾害频繁的一个主要原因是土地贫瘠。这是我国北方特定的自然条件所形成，同时也有着久远的历史原因。黄河流域是中华民族的摇篮，是我国农耕文明的发祥地。我们的祖先以黄土高原作为人类从事农业耕作的大实验室，经过几千年的劳动实践，掌握了丰富的农业生产知识，为世界农业的发展作出了贡献。同时，也破坏了这个实验基地的生态环境，到处水土流失，沟壑纵横，耕地破碎，土壤瘠薄。

历史的结局，向我们提出了历史的使命，我们这一代有远见卓识的炎黄子孙，有责任采取果断有力的措施，扭转土壤肥力低下的局面。我们要有决心把历史造成的贫瘠土地，通过短时期卓有成效的扎实努力，改良成肥沃的土地，并建立用地养地结合的耕作制度，使土地越种越肥，永续高产。无论是为了增强抗旱能力，还是为了增加土壤营养，都要求做到：

首先要平整土地，这是改良土壤的先决条件。在地形起伏、土地不平的条件下，降水产生径流，不但水分大量流失，而且直接影响到土壤本体，有的在形态上表现出土体被冲毁，有的在暗中随径流溶失大量的土壤细胶粒和可溶性养分。所以平整土地是改良土壤的前提，要在搞好造林种草、水土保持的同时，把坡田修成水平梯田，在沟壑修建台田坝地，在河湾垫造小平原，在平川实现园田化。

其次要在平整土地的基础上，大量增施有机肥料，增加土壤有机质含量。土壤中的有机质由残留在土壤中的植物、动物和微生物死体以及施入的有机肥料组成。有机质在土壤中经过各种微生物的分解与合成，能稳定地释放农作物所能直接吸收利用的种类比较齐全的营养元素。一部分有机质在土壤中转变成腐殖质，能贮藏和调节土壤养分，能把矿质土粒胶结起来，形成团粒结构，使土壤结构性能稳定良好，提高纳水蓄墒的能力。并要合理施用化肥，搞好经常性的土壤普查诊断，针对性地补充为农作物大量吸收消耗的氮肥、磷肥和各种短缺的营养元素，增施化肥，在满足农作物营养方面可起到直接而显著的作用。但要提高土壤肥力，全面满足农作物对各种营养的需要，改善土壤结构，使之具有良好的蓄水纳墒功能，增强农业的后劲，必须靠大量增加有机肥；要树立用地养地结合，永续高产的观念。靠增施有机肥使土壤越种越肥，改变目前有些农民不施有机肥，光靠化肥，只顾当年增产的短期行为。

还要搞好深耕和抗旱耕作措施。这就是不断加深活土层，加速改良土壤结构和性能，协调土壤中的水肥气热，充分发挥土壤潜在肥力，增强土壤纳雨蓄墒功能，减少土壤表面无效蒸发。

抓住了这几项保持水土、改良土壤、纳雨蓄墒的措施，就能从根本上解决干旱问题。据中国科学院西北水土保持研究所研究报告，黄土地区经过改良培肥的土壤，持水能力达到每米土层

200—300毫米，能将很大部分降水截留在作物可利用层内，长期保存，秋贮春用。这种土层是名符其实的“土壤水库”，具有“天旱地不旱”的可贵特性。我们在前面设想的山西年降水量中的80%用于农作物生长发育形成干物质，增加产量，是可以实现的。山西省旱地农业高产稳产先进典型王公庄等地的成功实践，也为我们作出了榜样。他们的经验主要就是抓住了上述措施。这些措施在我国北方地区具有普遍的适用性，而且所有的乡村都有条件办到。做与不做，成败与否，取决于人们的认识和实践的决心。

我们再回到本文开头讨论的焦点上来。人们从事农业生产，要提高农作物产量，必须研究光热水气土等因素的相互关系。在农作物生长过程中，增加一个因子的供应，可以使作物生长增加，但一遇到另一个生长因子不足时，即使增加前一因子也不能使作物生长增加，直到缺少的因子得到补足，作物生长才能增加。具体到我国北方的农业生产，最差的因子是土壤肥力低下，结构不良。这个因子不改变，增加光热水和二氧化碳，不能使农作物产量有大的增加；只有改变土壤肥力低下、结构不良这一因子，才能使农作物生长增加。换句话说，如果不重视改良土壤、培肥地力，农作物因缺乏营养和难以在土壤中获得足够水分，因而不能增加生长，实质上是对光热、二氧化碳和水资源的巨大浪费；抓紧改良土壤、培肥地力，增施肥料，农作物满足了短缺的因子，增加了生长，也就是提高了对现有降水的利用率，提高了对光热和二氧化碳等自然资源的利用率。另外，还有一条重要的措施，是通过改变农作物自身的生物学特性，即培育光合作用和抗逆能力更强的优良品种，提高对光热水气土等自然资源的利用率，增加产量，这是农业科学革命的一个重要方向，前景十分诱人！

Conserving and improving soil as the fundamental measures for the high and stable yield of agriculture

Zhang Qinwen

(Research Centre of Rural Development in Shanxi Province)

Abstract

The pooriness of soil is one of the major causes that make the agricultural yield of northern China backward and natural disasters frequently, which is produced from the given natural conditions of northern China, having an age-old history origin. Our forefathers also damaged the ecological environment of the base when they made great contributions to the development of world agriculture and the civilization of mankind on the precious land, now the scenery is with serious soil loss, vertical and horizontal gullies, broken farmland and poor soil. It is suggested that through comprehensive harness of soil conservation we improve soil, establish farming system to use and cultivate land, and make the soil more fertile as it is farmed to ensure high and stable yield permanently.