

我国干旱半干旱地区农业持续发展战略探讨*

雷廷武

(中国科学院, 水利部 水土保持研究所; 中国农业大学)

邵明安

杨培岭

(中国科学院, 水利部 水土保持研究所) (中国农业大学)

摘 要: 水资源短缺将是制约我国特别是我国干旱半干旱地区农业持续发展的因素。就土地资源而言, 幅员广大的干旱半干旱地区将势必成为我国农业 21 世纪发展的重要战略基地之一。该文叙述了我国干旱半干旱地区农业持续发展的有利条件、不利因素。简要介绍了国内外干旱半干旱地区农业发展的成功经验。提出了关于我国干旱半干旱地区农业持续发展的战略的建议。

关键词: 干旱半干旱地区; 农业; 持续发展

我国可得到恢复、更新的多年平均水资源量为 $28\ 124 \times 10^8\ \text{m}^3$, 居世界第 6 位; 人均水资源量约 $2\ 400\ \text{m}^3$, 为世界人均水资源量的 1/4, 居世界 109 位。属于水资源极度贫乏的国度。

我国的水土资源在地域分布上极不均衡, 将近一半的国土处于降雨量少于 400 mm 的干旱地带^[2]。长江和长江以南地区, 水资源量占全国的 81%, 而耕地仅占全国的 31%。北方的省(市、区), 包括北京、天津、河北、山东、山西、陕西、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、宁夏等, 耕地占全国的 44%, 水资源仅占全国的 11%。

我国由于季风的控制, 降雨多集中在夏季, 冬春季节降雨稀少, 降雨在年内分布不均匀。处于干旱半干旱地区的华北、东北和黄河流域, 多雨季节为 6~9 月, 4 个月多年平均降雨量为年降雨量的 70%~80%。春夏季节, 降雨常不能满足作物生长的需求。甚至春旱严重时, 影响播种出苗^[2,5]。

在全国 $9\ 567 \times 10^4\ \text{hm}^2$ 耕地中, 无灌溉设施的雨养农业耕地面积 $4\ 728 \times 10^4\ \text{hm}^2$ ^[3]。在灌溉耕地 $4\ 839 \times 10^4\ \text{hm}^2$ 中, 灌溉保证率 < 50% 的灌溉面积为 $1\ 095 \times 10^4\ \text{hm}^2$, 抗旱能力弱, 遇一般干旱, 也难以抵御; 灌溉保证率介于 50%~75% 的灌溉面积为 $2\ 714 \times 10^4\ \text{hm}^2$, 这部分面积只能抵御中等干旱年以下的干旱, 遇严重干旱年, 还将受害或成灾。

由于干旱少雨, 水土资源开发利用不当, 植被覆盖度差, 风沙水蚀严重, 生态环境脆弱。水资源利用效率很低, 经营粗放。农业生产广种薄收, 农作物产量低而不稳。由于人口增长对食物的需求, 又薄收广种, 形成恶性循环^[1]。

因此, 充分利用当地的降水资源, 提高雨养农业的抗旱能力, 通过水资源的优化管理提高灌区的保证率或扩大灌区的灌溉面积, 可以从整体上提高我国农业的抗旱减灾能力, 增强农业

收稿日期: 1999-04-27

* 中国科学院“百人计划”支持, 982602。

雷廷武, 研究员, CSAE 高级会员, 陕西杨凌 中国科学院, 水利部水土保持研究所, 712100; 教授, 北京清华东路 中国农业大学水利与土木工程学院, 100083

发展的潜力。

1 干旱半干旱地区农业持续发展的有利条件

干旱少雨给干旱、半干旱地区的农业带来了很大的困难, 但该地区的农业发展也具有一些得天独厚的条件。

首先, 该地区土地资源丰富, 人均占有土地资源和可耕地都大大高于全国平均水平。而且, 这些地区可资农业利用的土地资源丰富, 仅黄土高原可开垦为农田的面积就达 $0.12 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 之多。随着科学技术的进步, 人类改造利用沙荒地、盐碱地能力的提高, 又可增加数以亿计可开垦的耕地面积, 这种优势是支持农业持续发展的极其重要资源之一。再者, 该地区的主要农业区内, 特别是黄土高原, 现有农田土壤质地优良, 具有很好的可耕性^[1,6], 而且, 该地区农田土层深厚, 有利于作物根系生长和水肥保蓄。除山石区外, 该地区的许多地方的土地土层深厚, 可达几米、几十米、甚至几百米。土壤的渗透性能良好, 自然结构的黄土渗透系数一般为 $0.5 \sim 2 \text{ mm/m in}^{[4]}$ 。而且, 土壤的容水量大, 一般有效含水量可达 $200 \text{ mm}/(1 \text{ m 土层})$ 。这种土壤, 有利于储蓄大量的水分, 满足植物及农作物生长对水的需求, 并且, 这种的土壤条件有利于通过土壤水库的调蓄作用, 防止或减轻干旱灾害。

该地区有适合农业生产发展的气候条件^[1]。该地区空气干燥, 云量较少, 日照时间长, 光合生产潜力大。热能资源比较丰富, $> 10^\circ\text{C}$ 的积温为 $2500 \sim 45000$, 无霜期 $125 \sim 250 \text{ d}$, 适合种植很多温带作物, 从南到北可适合一年二熟, 二年三熟和一年一熟。70% 左右的降水发生在作物生长旺季、需水最多的季节, 这种水热与作物生长的配合, 有利于降水的高效利用, 提高水的利用效率, 增加水的生产潜力。

上述条件不仅是该地区农业持续发展的坚实基础, 而且也自然地确立了该地区作为保证我国 21 世纪 16 亿人口食物安全、支持我国农业持续发展的战略基地之一的地位。

2 干旱半干旱地区农业持续发展的困难

影响我国干旱半干旱地区农业持续发展的严重问题是生态环境问题, 长期以来, 由于干旱少雨, 人口增长产生的对粮食需求的压力和生产技术落后, 造成了对水土资源的不合理开发和掠夺性利用, 由此引发了该地区严重的环境问题和农业持续发展的困难^[6]。

该地区农业持续发展的首位问题是干旱问题, 干旱严重地影响农作物的高产稳产^[2]。干旱半干旱地区的主要农作物生产区, 年总降水量一般可以满足一季作物生长的需要, 一些地区则显降水不足, 有些地方则严重不足。加上降水在时间上的不均匀性及地形地貌的影响, 土壤保蓄水分有限, 特别是大部分地方春旱严重。干旱是该地区最为严重的自然灾害, 对农林牧业均有威胁, 尤以对种植业的危害最大。由于季风气候的特点, 降水在时间上分布极不均匀, 60% ~ 80% 的降水集中在 6~9 月, 且多为暴雨; 集中的暴雨, 极容易形成超渗径流, 从而引起水土流失, 不利于利用土壤水库储蓄雨水, 供给作物利用, 因而加重干旱发生或危害的程度。

干旱和土壤风蚀的影响, 使得大片的土地沙漠化。人类在干旱缺水条件下对土地的不合理开发利用加速了这种土地沙漠化的进程。位于干旱半干旱地区的内蒙、甘肃、辽宁、吉林、黑龙江, 其沙化面积已达到 $17.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 并以每年 1500 km^2 的速度扩展。在广大的干旱半干旱灌溉农业区, 地下水连年超采, 造成大范围的地下水位下降, 并且地下水位下降的速度在增加, 华北地区尤为严重。这不仅加大了农业生产的成本, 还将可能最终导致地下水枯竭。干旱的影响还造成河流排污能力降低, 直接影响了有限地表水资源的农业利用及人们的日常生活, 如汾

河、渭河。局部干旱地区过度地利用地表水,引起河川径流减少,造成河流断流,如黄河1997年断流时间长达226天,断流里程已达河南开封。河流断流,不仅严重地影响了下游当年的工农业生产,而且使得河水中所夹带的泥沙沉积于河床之上,使河床抬高,这样将对丰水年的防洪添加很大的困难,并有引发河流缺口或改道的危险。

干旱半干旱地区,由于蒸发量大、排水不畅、淋洗不足,往往产生土地的盐碱化问题,如黄淮海平原、其他黄河故道地区、河套地区、黄河三角洲、松辽平原西北部地区。

并且由于干旱,生态环境脆弱,一旦失衡,将容易恶性循环,很难恢复。干旱和与之相伴随的风沙盐碱、水土流失,不仅形成了该地区农业持续发展的重要障碍,而且严重地影响该地区的生态环境及其建设。生态环境的恶化,又反过来加重干旱和加速风沙盐碱问题,这种恶性循环的局面,如不扭转,将势必影响该地区农业的持续稳定发展。

3 干旱半干旱地区发展农业的成功经验

美国中西部大平原(17州)同步解决了土壤侵蚀与农作物低产的问题,所采用的关键技术就是免耕、覆盖。历史发展过程可归结为:多耕深耕—少耕—免耕;细土覆盖—残茬覆盖—残茬加秸秆覆盖;灌溉农业—旱作农业—旱作加补充灌溉。免耕覆盖加补充灌溉的策略,收到了显著的成效:有效的防止了土壤水蚀风蚀;储蓄了天然降水,提高了水分的利用率;减少了肥料流失,防止了土地退化;降低了农业生产成本,增加了农作物产量,提高了农业生产效率。这些州旱地农业所生产的甜菜和高粱占全国的90%,小麦和羊占全国的60%~80%,棉花和牛占50%以上。

在澳大利亚,长期采用小麦和大麦休闲旱农轮作制,结果引起了土壤结构破坏、肥力下降、土壤侵蚀严重、农作物产量大幅度下降。自40年代以来,经科学探索,在南部的西澳、南澳实行小麦、豆科牧草轮作模式,建立了小麦养羊的旱农制度。在其北部则实行了高粱、玉米、豆科牧草轮作模式,促进了高粱、玉米、养牛业的发展。这两种种植模式的特点是充分利用降水,减轻或防止土壤风蚀和水蚀,提高土壤肥力和土地的生产力,增加粮食与牧业的产量和提高农业的生产效率。

印度是一个多雨的国家,但由于季节性干旱和降水分布的不均匀,旱地仍占有相当大的面积,约占现有耕地的73.5%。从1966年以来,他们在选育旱地良种、保水耕作、改变作物耕作制度方面,作了大量工作,粮食大幅度增产,现已成为粮食自给有余的国家。

中国旱地农业有着悠久的历史,同时随着科学技术的发展而不断进步。以朱显谟院士的治理黄土高原、发展农业生产的“二十八字方略”旱作农业思想体系为代表,标志着我国在发展旱作农业和改善、保护农业生态环境方面有了新的认识。在种子的选育、引进,新的耕作制度(合理轮作)、新型耕作方式、新的工程措施等方面,都有了很大的发展,正为干旱半干旱地区的农业发展起着重要的作用。

4 干旱半干旱地区农业持续发展策略

农业的持续发展所依赖的是水土资源的永续利用。干旱半干旱地区农业持续发展所需要解决的首要问题是水资源短缺与持续干旱、旱灾频繁发生的问题。在我国干旱半干旱地区,农业持续发展的根本出路在于因地制宜符合自然规律地开发利用土地、解决好生态环境问题、解决由于风沙水蚀土地盐碱化引起的土地退化问题、解决人口增长对食物需求增加和土地合理利用的矛盾。

解决生态环境问题,对干旱半干旱地区的农业持续发展具有十分重要的意义。生态环境的改善,要通过恢复发展长期以来人为破坏的植被来实现。首先,大片植被所产生的绿洲效应,将有利于源自于海洋的水汽,通过大气的大循环和植被吸收蒸腾小循环送往更深的内陆腹地,改善内陆气候条件,增加内陆的降水。植被的另一重要作用是,截流吸收更多的(暴雨)降水,将水分保持在土壤中或底下,或过后通过地下渗流缓慢地释放,从而起到削减洪峰、缓解旱灾及其危害程度的作用,因而,植被的建立,有利于增强农业生产抵御自然灾害的能力。植被的另一个重要功能是,通过减轻雨滴对地面的打击作用、通过根系对土壤的固结作用、通过降低径流量,达到大大减少水土流失的目的;通过植被对风的屏障作用、根系的固结作用,达到减轻风蚀。总之,植被将有助于防止土地退化。

农业的持续发展,必须根据当地的资源情况,科学地进行土地的开发利用。主要应当根据当地的水资源情况布置农业产业,宜农则农、宜牧则牧、宜林则林。违反自然规律,在干旱少雨又无可永续利用水资源的情况下,发展需水较多的种植业,必定会造成十年九旱、效益低下或地下水与地表水资源枯竭的后果。水资源的利用与补充平衡是一项必须时刻关注的问题。

干旱半干旱地区农业持续发展的另一重要方面,是可用水资源的高效利用。农业高效用水包括两方面的含义,一是低成本低利用天然降水,一是高效率地利用地表与地下水资源。现阶段我国干旱半干旱地区水资源的利用效率很低。每一立方米的水所生产的谷物约为 0.2 kg,为发达国家平均水平的 1/5 以下,约为高效用水效率的 1/10。有效而低成本地利用天然降水,应放在农业高效用水的首要位置。人类使用灌溉,是为了也只是为了补充天然降水在作物生长期内的短时的不足。解决天然降水在农业生产上的高效利用,应当采用科学合理的方法,包括选择与降水过程吻合最佳的作物品种、合理的田面整治技术以利雨水的保蓄、科学的耕作措施以利保持地表的土壤结构增加水的入渗性能等等。农业高效用水的另一重要方面,是灌溉水资源的高效利用。要达到的目标是最大限度使水高效地通过植物蒸腾进入大气,减少无效消耗,使有限的水资源生产出尽可能多的谷物。这包括在一定地域范围内合理调配水资源,追求全局的最佳产出与效益;在作物生长期合理地分配有限的水资源,以获得经济产量;采用先进的灌水技术,以提高灌水的有效性;减少地表无效蒸发,提高水的作物利用率。

加强科学研究,提高治理恢复已经退化了的土地的能力,是农业持续发展的支柱之一。寻求沙化土地、盐碱化土地治理的有效途径,将为我国的农业发展和满足人口增长对食物的需求起到重要作用。

5 结 语

干旱半干旱地区是未来我国农业生产的重要战略基地。我国的干旱半干旱地区,具备着发展农业生产的得天独厚的自然条件:光照充足,土地辽阔,热量充沛,土质良好,雨热同时。然而,降雨不足,降雨分布的时空不均匀性,生态环境恶化,水土流失,土地沙化、盐碱化,干旱灾害等等,形成了该地区的农业发展的制约因素。

人类(包括发达国家和不发达国家)在干旱半干旱地区发展农业生产的成功经验及我国科学家的贡献,为我国干旱半干旱地区农业的可持续发展提供了宝贵的经验和科学指导。

我国干旱半干旱地区农业的发展,应首先解决生态环境问题。从而改善气候条件,提高农业生产抵御干旱灾害的能力,减少水土流失,减轻土地荒漠化。通过农业生产的合理布局,因地制宜发展农业生产。充分利用天然降水,采取有效措施切实提高灌溉水资源的利用效率和产出率。只有做到这些,才有可能实现农业的可持续发展。

[参 考 文 献]

- [1] 国家防汛抗旱总指挥部办公室、水利部南京水文水资源研究所. 中国水旱灾害. 北京: 中国水利水电出版社, 1997
- [2] 农业部农业机械化管理局、北京农业工程大学编著. 旱地农业工程的理论与实践. 北京: 北京农业大学出版社, 1995
- [3] 《中国农业年鉴》编辑委员会. 中国农业年鉴. 北京: 中国农业出版社, 1997
- [4] 朱显谟主编. 黄土高原土壤与农业. 北京: 农业出版社, 1989
- [5] 中国科学院水利部水土保持研究所、黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室主编. 土壤侵蚀环境调控与农业持续发展. 西安: 陕西人民出版社, 1995
- [6] 蒋定生等编著. 黄土高原水土流失与治理模式. 北京: 中国水利水电出版社, 1997

On the Strategies of Sustainable Agricultural Development in The Arid and Semi-Arid Areas of China

Lei Tingwu

*(Institute for Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Sha'anxi;
China Agricultural University, Beijing)*

Shao Mingan

(Institute for Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Sha'anxi)

Yang Peiling

(China Agricultural University, Beijing)

Abstract: Insufficiency of water resources will be a major factor that constraints the sustainable development of agriculture in the arid and semi-arid areas of China. For land resources, vast arid and semi-arid areas will inevitably play a strategic role in agricultural development of the country in the 21st century. In the paper, favorite and reverse factors for the sustainable development of agriculture in these areas were discussed. Experiences, both abroad and at home, of successful development of agriculture in the similar areas were briefed. Suggestions on the strategies of sustainable agricultural development in the arid and semi-arid areas of China were advanced.

Key words: arid and semi-arid areas; agriculture; sustainable development