

# 中国北方旱地农业发展的若干策略

上官周平 陈培元

(中国科学院水利部西北水土保持研究所, 陕西杨陵 712100)

**[内容提要]** 北方旱地农业是指沿昆仑山—秦岭—淮河一线以北的干旱、半干旱和半湿润旱地区的依靠天然降水补充灌溉农业。旱地农业的发展趋势是:宏观再拓宽更综合,微观再分散更深化。作者提出若干具有全局性、方向性的研究领域和内容。在加强旱地农业综合研究的同时,应迅速适应商品农业生产的新形势,为发展我国北方高产、优质、高效的旱地农业做出贡献。

**关键词:**旱地农业,发展策略,中国北方

我国农业生产一直处于临界状态:农业收成丰歉,举足轻重。就是今后几十年内,我国进入中等发达国家行列之前,中国经济发展的主要限制也是农业。

中国北方旱地农业的范围,大致是指沿昆仑山—秦岭—淮河一线以北的干旱、半干旱和半湿润旱地区,包括15个省(市、自治区)的965个县(市),土地面积为542万平方公里,占国土总面积的56%;耕地面积为7.7亿亩,约占全国总耕地面积的52%,其中没有灌溉条件的旱地约占这一地区耕地面积的65%。北方旱地农业区可分为干旱、半干旱偏旱、半湿润偏旱和半湿润五个区,从农业资源及其利用现状与近年的生产实践看,我国北方旱地农业的增产潜力远没有得到发挥。随着人口、食物、能源、资源和环境等问题的出现,旱地农业的地位和发展日益受到世界各国的重视,研究工作异常活跃,旱地农业已成为面向未来的一种积极对策。

## 1. 我国北方旱地农业生态环境特点

1. 水分经常限制作物的正常生长和严重的土壤侵蚀共存,主要归因于北方旱地年际和年内降水不均,例如黄土高原全区平均降水量429毫米,为世界同纬度地区陆地降水量573毫米的75%,也只相当全国平均降水量的57%,在年降水200~600毫米中,春季雨量占全年降水的12~25%(平均19%),秋季占20~35%(平均26%),夏季占40~60%(平均52%),冬季只占1~3%,从而形成“冬干、春旱、夏多、秋少”的季节分配特点,对冬小麦等作物越冬和春播作物播种、出苗和生长发育不利,造成作物产量低而不稳。黄土高原地区降水年变率为15~35%,多雨年为历年平均降水量的140~170%,是少雨年降水量的2~6倍。因受土壤入渗及持水性影响,短历时内的强降水难以为土壤接纳,形成地表径流,造成洪水和严重的土壤流失。

2. 从土地利用情况看,天然植被、人工改良草地和雨养农业并存。北方旱地的农业生产活动一般是农牧结合型的,畜牧业占有重要地位。干旱地区旱地的收获来源主要靠天然草场,半湿润地区则往往是发展种植业的主要基地。

3. 北方旱地农业多是无补充灌溉条件下的农业生产,粮食作物产量低而不稳。例如我国宁夏南部黄土丘陵旱地,从目前粮食产量的波动范围看,丰收年、一般年和严重干旱年的相对产量水平大致为:100%、75%和50%。

4. 北方旱地多以坡耕地为主,地形地貌复杂。根据“七五”黄土高原综考资料,全地区55%的土地坡度大于7°,其中25°以上坡耕地占坡地面积约1/3,黄土丘陵沟壑区,旱坡地一般占耕地面积70~90%。坡地是水土流失的重点,土壤流失使耕地破碎,产量低下,黄土高原坡耕地土壤侵蚀量可占总量50~60%,丘陵沟壑区密度3~6公里/平方公里,地面破碎度达40%以上。

5. 北方旱区人口密度大,土地贫瘠。由于历史和地理的原因,北方旱区人口增长过快,人口密度过大,土地长期超负荷,现在每平方公里已达到100多人,远远高于公认的土地承载力。同时由于人的文化素质较低,生存空间紧张,对生产的投入亦很少,加之历史性的广种薄收与严重的水土流失,其地力水平处于相当贫瘠状态。如氮素,黄土区土壤含氮0.010~0.120%,平均0.065%,表层土壤矿化的硝态氮为30.4~9.2公斤/公顷,平均53.2公斤/公顷,土壤-植物系统每年输入氮105.1公斤/公顷,输出111.1公斤/公顷,亏缺6公斤/公顷。

## 2 旱地农业研究发展趋势

当今农业科学面临着新技术革命的冲击,随着生物技术、信息技术以及系统科学的发展,农业科学迅速向宏观和微观两个方面分化,一是原有的学科继续分化,新兴边缘学科不断产生,二是农业科学的基础理论研究和实际应用趋于综合。

旱地农业研究必须采用整体、系统、宏观、多维的思路,在研究中密切注视基础自然科学研究进展,采用新的研究方法,积极引进新理论、新思维,同时,要适应我国市场经济发展形势,以市场需求为导向,不断拓宽视野,延伸研究领域,实现旱地高产优质高效农业的发展目标。旱地农业研究的发展趋势表现在:①研究对象从只注意单一作物的研究扩展到两作、多作或作物的复合群体,乃至有关的连作、轮作等耕作栽培技术;②研究目标从单纯追求产量,发展到着眼于高产、优质、高效;③研究领域从单纯研究农业的自然性、生物性、生产性,延伸到产前、产中、产后整个生产系统;④研究途径从单纯微观研究,发展到微观与宏观研究并重;⑤研究手段从单一的、静止的观点和定性的方法,发展到以连续的、系统的、动态的观点和定量与定性相结合的方法;⑥研究性质从单纯隶属于自然科学,发展为自然科学与社会科学交叉的学科。

## 3 旱作农业发展的未来策略

旱作生产雨养条件的一个重要特点是接近于作物需水的低限,这种接近临界水平的性质,既说明发掘这一地区作物生产潜力是可能的,又说明其难度更大,对科学技术的要求更高。我国北方旱农地区之所以迄今生产力仍很低,并不是这些地方不能成为巨大的粮库,而是我们对研究这种临界性质农业的水分问题的重要性还认识不足,没有投入必要的人力和财力,因而对临界农业的复杂性和它所特有的规律性没有很好去认识和掌握。尽管我国有悠久的农业历史,旱农生产经验十分丰富,但由于旱农研究特别是旱农基础研究工作较薄弱,许多问题未能上升到理论高度去把握它,基本资料也相当贫乏。

### 3.1 土地资源的高效持续利用及调控机制

我国北方旱作农业持续发展与水土流失治理的关键在于土地的高效持续利用。将土地的开发、保持作为一个统一体,研究不同类型代表性土地资源高效持续利用的主要途径与关键技术,重点是资源的合理配置与土地生产力的多元化系统开发,特别是解决目前由短期经济行为造成的土地破坏问题。主要内容有市场经济下土地利用模式及生态经济效应,侵蚀环境下土地资源高效持续利用的途径,基本农田粮食及经济作物生产潜势依据及实现潜势的关键技术,沟、坡低产荒地生态经济型治理开发模式,土地退化评价指标及恢复重建技术方案等。

### 3.2 北方不同类型农田生态系统农作体系的建立及其技术原理的研究

农作体系即研究复杂环境、生产因子、技术水平和不同经济层次耕作水平下的新耕体系,它属于多学科、多部门、多层次的综合研究范畴,体现了资源、经济、技术的结合,包括了种植业各部门的合理布局与技术组装,也涉及农、牧和农产品加工等一系列重要环节,是旱作农业区农田抗旱增产的基础。其主要研究内容包括耕地产量潜力及其开发策略,不同类型地区农作物体系的建立,主要农作物合理布局和结构调整,与农作体系相适应的集约化耕作栽培技术体系,耕作栽培提高水分利用效率(WUE)等项目。

### 3.3 农作物栽培体系计算机模拟调控系统的研究

旱地农田作物的生长今后相当程度上仍将是“靠天吃饭”,为获得高产稳产,人们在努力提高中长期气象预报的准确度和增加对作物生长发育规律的了解和调控能力,并且设法用计算机把它们结合起来,使农业生产从定性逐步向定量化发展,提高科研效率及其客观性和准确性。今后应加强此项研究工作,组织多学科、多部门的协作,建立作物生产潜力,农业资源评价,种植制度调整,作物布局规划,作物生育过程,作物光合产物累积和运转,水分运转和平衡,养分吸收和运转,产量形成等过程模拟模型和宏观决策系统。主要开展区域农业多年、多地、多种作物的生产及其环境描述的宏观多层次、多方位的气象、土壤、作物生育及农艺措施等方面的数据库,区域农作物生产和决策支持系统,农作物生长发育的模拟模型,实现产量目标的作物、气候、土壤、技术逐步逼近计算机应变调控系统,作物高产栽培优化决策计算机专家系统,多层次作物生产决策计算机咨询系统建网等。

### 3.4 农业节水技术原理及提高水资源生产力综合技术体系的研究

目前,由于水土流失、不合理的耕作制度和对农田投入的不足以及其它原因所限,北方旱作农业区的有限降水并未得到充分利用,致使当前农田实际生产力显著低于降水生产潜势。因此,通过多种技术途径提高自然降水利用率是当前挖掘这一地区增产潜力的中心环节,主要包括尽可能多的降水就地入渗土壤,减少流失,使渗入土壤中的水分得到最大限度的保存及利用和提高单位水量的生产效能三个方面,主要研究不同作物、品种和环境条件下 WUE 的差异及其生理基础和调控机理,作物缺水的定量诊断,作物水肥环境综合生产函数,作物根系生长的类型及其在土壤中的分布、生理活性和发育动态,作物根系吸水模型,根—冠关系对 WUE 的影响和在不同产量水平下水分利用最优化的根冠模式,主要作物的水分生产函数和作物水分平衡方程以及需水特性和对缺水的反应,土壤—植物—大气连续体水分运转的动力学模式,作物蒸腾作用与 WUE 的化学调控及其作用机理等项目。

### 3.5 耐旱作物品种种质资源的调查、收集、研究、选择利用和抗性生物工程

北方旱作农业区孕育了中华民族的文明,是世界上耕种历史最悠久的地区之一,在长期生产实践中,通过人类和自然界的筛选,使该区具有丰富的抗逆性种质资源,是我国乃至世界的宝贵财富,通过选择研究和抗性生物工程使众多优良性状有机组合成为抗旱丰产兼优质的品种,无论从保护资源环境(提高单产而不是扩大耕地)或从农业高效持续发展的角度,其深远意义都是不言而喻的。主要开展耐旱作物资源的调查、征集,建立作物种质资源库,研究耐旱性的遗传差异及其量化指标传递规律,主要农作物干旱敏感期的遗传特点和耐旱性的基因表达规律及其特异性状的追踪、鉴定和分离,诱导筛选耐旱突变体,研究胁迫环境条件下个体抗旱性在群体中的保持与变异规律等内容。

### 3.6 作物抗旱性的生理机理及其分子生物学基础

各种作物对水分的需求和反应不同,适应干旱方式的途径各异,从作物整体水平上研究抗旱机理是近年的热点,在提高旱地生产力中具有重要价值,主要研究内容有不同作物不同生长发育期对干旱的反应与耐旱性的类型,逆境蛋白的形成及其对细胞内微域水分状况的影响,气孔调节和激素调节的机理及其相互关系,干旱信息物质的产生与分离及其传输,水分限制下光合机构的高效运转与调控,苗系根系生理协调机理及根系在作物生长发育中的作用等项目。

## 4 采取的战略措施和建议

我国在1980年以前的农业研究多集中于灌溉地的高产栽培和育种,而对旱地农业没有摆到应有的位置。1983年后北方农业科研的重点逐步向旱地农业方面转移,这一趋势和世界农业科学发展的总趋势是相吻合的。随着科学技术进步和农业生产的发展,特别是高产、优质、高效集约化农业的实施,旱地农业研究愈来愈显示出它的地位和作用。因此,加强北方旱地农业基础理论的研究,建立正确的研究方向和政策导向,是繁荣和发展本学科一项迫不容缓的战略任务。

### 4.1 北方旱农地区要继续重视农业科学技术研究

北方旱农区的综合开发对于解决我国粮食问题具有重要的战略意义。当前北方旱农区农业生产和科学研究虽然都取得了重大进展,但由于北方旱农生态类型多样,这方面的发展还是不平衡的,各科研教学单位,要重视从实际出发,调整方向和任务,把旱地农业研究同当前经济发展的要求结合起来考虑。

### 4.2 建立多学科综合支持研究体系

鉴于旱地农业具有很强的综合性,仅仅依靠单一学科的专业人员支撑和完成此项任务是不可能的,必须组织多部门的跨学科研究,引进气象、土壤、地理、经济、计算机、数学、物理等学科专业人员(知识)协作攻关,逐步在全国范围内形成旱农研究体系。

### 4.3 建立全国旱作农业研究中心

我国北方地域辽阔,生态条件悬殊,决定了旱地农业研究具有很强的综合性、地域性和实践性,也决定了它与其农业学科具有不同的研究方法、研究方向和评价标准,建议以建在中国科学院西北水土保持研究所的黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室作为全国性的旱农研究中心或协调机构,以配合和协调多学科多专业进行大型、高水平的综合研究。

### 4.4 加强旱农科技研究的国际合作与交流

旱地农业是一个世界性的问题。近几年来,国外研究进展很快,目前有40多个国家建立有旱农研究机构289个,特别是美、澳和以色列的旱农研究与生产紧密结合,成效显著。我国的农业历史源远流长,传统精细农艺有许多珍宝,为国外学者所珍视。当前,要充分利用开放的国际环境,拓宽各种途径,加强国际科技交流,主动积极选派科学家出国考察、讲学、咨询和合作研究,宣传介绍我国旱农研究成果和技术精华,同时学习和引进国外先进经验和先进技术,为进一步促进我国北方旱地农业的研究和发展。

## 参 考 文 献

- [1]山仑.旱地农业研究的生理生态方向.山西农业科学,1990(4):34-38
- [2]山仑.现代旱地农业发展状况和面临的任务.黄土高原的旱地农业与理论实践(山仑、陈国良主编),科学出版社,1993,1-19
- [3]罗志成.北方旱地农业研究的进展与思考.干旱地区农业研究,1994,12(1):4-13
- [4]姜成后.我国北方旱区农业现代化.气象出版社,1989,1-136
- [5]姜成后,王天铎.主要农作物高产高效抗逆的生理基础研究.生命科学,5(5):4-6
- [6]邹琦等.积极开展高产、优质、高效农业的生理学基础研究,为农业现代化服务.作物高产高效生理学

研究进展(邹琦、王学臣主编),科学出版社,1994,1-11

[7] Dregne H E, Wills W O. Dryland agriculture. Agron. Mono. # 23. Am. Soc. Agron., Madison WI. 1983, 622.

[8] Parr J F et al. Improving the sustainability of dryland farming system, A global perspective. Advances in soil science, 1990, 13, 1-18

FUTURE STRATEGIES FOR DEVELOPMENT  
OF DRYLAND FARMING IN NORTHERN CHINA

Shangguan Zhouping    Chen Peiyuan

(Northwest Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica and Ministry of Water  
Rconservancy, Yangling, Shanxi 712100)

Abstract

Dryland in northern China refers to the areas along the Northern part of Kunlung Mountains, Qinling Mountains and the Huaihe River. Its climates may divide into arid, semi-arid and semi-humid easy to drought. Dryland farming in this area means the agriculture depending on natural rainfall and supplementary irrigation. The main trends for development dryland farming is further dissolved and further deepen on microscopic views, further expansion and further comprehension in macroscopic views. Also, some all-around and directional research subjects and contents are indicated in this paper, the author also give some suggestion for strengthen the research of dryland farming and meet with the requirements of developing commodity economy in these areas.

*Key words, dryland farming, future strategies, Northern China*

[作者简介]上官周平, 31岁, 1986年毕业于西北农业大学农学系, 1989年毕业于中国科学院西北水土保持研究所, 获生态学硕士学位。主要从事植物抗旱生理、作物高产栽培生理和农业专家系统方面的研究, 现为中国科学院水利部西北水土体质研究所助理研究员。

陈培元, 62岁, 研究员, 1954年毕业于江苏农学院, 主要从事植物抗旱生理、作物高产栽培生理和旱农生态等领域的研究。现为黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室副主任, 中国植物生理学会环境生理专业委员会委员。

(收稿日期: 1995-01-23)

责任编辑 陈敦和