

# 毛乌素沙地水资源利用与农业发展的调研

淮建军<sup>1</sup>, 上官周平<sup>2</sup>

(1.西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100; 2.西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**为了探索沙漠地下水资源可持续利用的途径,以位于毛乌素沙地的榆林市为例,围绕沙地水资源利用、农业发展挑战以及综合治理等问题,选择陕西省治沙所和榆林学院进行了调研。结果表明:(1)在榆林毛乌素沙地,地下水位变化趋势在不同生态区不同,沙区没有变化,矿区下降。灌草生长不参与地下水循环;不同农作物对地下水有不同响应;(2)畜草、苹果和沙棘产业发展时面临产业化、精细化管理和机械化等难题;(3)农业发展面临水资源利用难以持续、生态风险增加、劳动力匮乏、农民生态观念淡薄等问题。建议榆林市统筹治理,把握产业发展和水资源合理利用两个核心;因地制宜,分类施策,提高生态和经济协调发展水平;推广水肥一体化和混合播种结构,加快苹果、沙棘和苜蓿产业化;创新管理制度,加强环境监管和技术培训,探索适度放牧。

**关键词:**水土保持;毛乌素沙地;分类施策

中图分类号:F323.22;X22;F062.2;C915

文献标识码:C

文章编号:1005-3409(2020)06-0382-04

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2020.06.048

## Investigation of Water Resources Utilization and Agricultural Development in Mu Us Sandy Land

HUAI Jianjun<sup>1</sup>, SHANGGUAN Zhouping<sup>2</sup>

(1.College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** In order to explore the sustainable use of desert groundwater resources, taking the Mu Us Sandy Land in Yulin as the example, we carried out the investigation on the challenges of water resources utilization and agricultural development in the sandy land, and the comprehensive governance in Shaanxi Provincial Institute of Sand Control and Yulin University. The results show that: (1) the change trend of groundwater table is different, groundwater table has no change in the sand area, while it declines in the mining area; the growths of shrubs and grass do not exert impact on the groundwater cycle; different crops have various responses to groundwater; (2) the development of livestock forage, apple and seabuckthorn are facing the challenges of the industrialization, refined management and mechanization; (3) the agricultural development faces problems such as the unsustainable use of water resources, increase of ecological risks, lack of labor powers, and weakness of farmers' ecological consciousness. It is recommended that Yulin government should grasp the two keys of industrial development and rational use of water resources to accomplish overall management, and should adapt to local conditions, implement diversified policies in different categories, and improve the coordination between ecological improvement and economic development; the integration of water and fertilizer and intercropping structure should be promoted, and the industrialization of apple, sea buckthorn and alfalfa should be accelerated; the efforts should be made to innovate management systems, strengthen environmental supervision and technical training, and explore appropriate grazing.

**Keywords:** soil and water conservation; Mu Us sandy land; classified strategies

毛乌素沙漠(北纬 37°27.5'—39°22.5',东经 107°20'—111°30')是我国四大沙地之一,陕西省榆林市的北部

风沙区是其主要构成区域之一。毛乌素沙漠是我国能源富集区和干旱半干旱脆弱区,降雨量少且时空分

收稿日期:2019-12-28

修回日期:2020-01-18

资助项目:中国科学院 A 类先导项目(XDA23070201008);国家自然科学基金(71473196)

第一作者:淮建军(1974—),男,陕西扶风人,博士,教授,主要从事生态经济研究。E-mail:h2009j.happy@163.com

布不均。沙区的土地利用类型相对复杂,从东南到西北交错分布的农、林、牧地显示出明显的区域差异,并且未被充分利用和集约化经营。1970年以来,毛乌素沙地气候逐渐变暖<sup>[1]</sup>,绿地增加,生态服务增殖,水土流失风险明显下降。随着一、二、三产业持续发展,榆林市产业用水需求增加,农业生产、能源工业和生态建设纷纷抢夺水源<sup>[2]</sup>,人均生态赤字翻了一番<sup>[3]</sup>,全市生态安全受到极大威胁<sup>[4]</sup>。可见榆林毛乌素沙地水资源的可持续利用和农业的可持续发展问题显得非常突兀,迫切需要我们进行调研。

## 1 调研方法与过程

我们以榆林市为例,围绕“榆林毛乌素沙地地下水位是否下降?作物如何适应脆弱环境?产业发展有哪些挑战?主导农业如何发展?”等问题,2019年11月18—21日我们西北农林科技大学一行5人,在陕西省治沙所和榆林学院进行了为期3天的调研。2019年11月18日上午我们在治沙所与治沙、水利、水保、地理、土壤等专业学科的20多位专家学者进行了座谈。下午驱车考察了榆林沙地植物园、试验苗圃基地、红石峡新修试验地以及珍稀沙生植物保护基地的部分地区。11月19日我们走访了榆林学院,在其生命学院与来自林学、植物、园艺、森保、农学等不同专业的20多位专家学者进行了深入讨论。选择陕西省治沙所和榆林学院的主要原因如下:(1)陕西省治沙所在植树造林、沙地飞播、小流域综合治理、优良固沙植物选育种、沙区生态经济型防护林体系与示范区建设、荒漠化土地治理技术研究示范等方面取得了丰硕的成果。(2)榆林学院是榆林市实力最强的高等院校,它在促进产学研结合,推动地区经济发展,尤其是在“农业节水”和“洁净煤技术”等领域做出了卓越的贡献。

## 2 结果与分析

### 2.1 毛乌素沙地地下水位变化

2.1.1 毛乌素沙地地下水位变化有不同地域模式  
水是毛乌素沙地所有生物生存和发展的最主要制约因素。近年来,大气降雨逐渐减少,煤矿开发日益增加,这导致榆林毛乌素沙地地下水存储量减少了8.6亿 $m^3$ ,不同区域的地下水位下降2~7 m;但是,榆林治沙研究所多年观测数据显示,近30年来毛乌素沙地地下水位没有明显变化。但是地下水位在不同生态恢复区存在不同的变化趋势,在榆林市靖边县,沙地区地下水位比周边黄土梁峁区的年平均变化幅度要小很多<sup>[5-6]</sup>。在植被恢复区,2017年降水量达到

700 mm,但是在农作物生长期地下水位明显下降,冬季水位恢复,水位和作物生长期呈U型关系。可见,因为不同作物在生长期内地下水利用量的分布规律差异很大<sup>[7]</sup>,所以毛乌素沙地植被耗水量与大气降水会对地表水产生影响,但对地下水影响不大,沙区地下水位没有变化。

地下水系的流失是煤矿开采引起的最主要的环境破坏之一<sup>[8]</sup>。榆林煤矿开采破坏了地下水系,使潜水层渗漏,从而导致矿区地下水位下降;矿区以前用马槽井,后来用30 m左右的深井,目前机井深度已经达到120 m,很多大坝蓄水面积缩小了1/3。在靖边县,地下水位变化和灌溉有密切的关系:灌溉期间地下水位明显下降,非灌溉期间地下水位逐渐恢复正常<sup>[6]</sup>。由于责权利不明确,相关的利益主体无法得到合理的补偿,也无法实施有效的监督,榆林每年因煤炭开发造成的生态价值损失大约为20.82亿~31.56亿元<sup>[9]</sup>。

2.1.2 作物对地下水变化的响应  
在榆林,大量湖泊经过干旱之后蒸发形成降雨滋养植被,但是在沙漠地下1 m一般存在干尘。在榆林毛乌素沙地人工种植的乔木,由于其根系达不到1 m以下,易形成水平根系,乔木生长主要靠降水维持,目前矿区植被主要靠1—2 m土层内降雨来补充水分。煤层一般存在于地下200 m和400 m两个位置,它们形成隔离层,生态修复中的绿化种植对土壤地下水影响不大。因此灌草生长与降雨存在循环关系,但不参与地下水循环。

不同农作物对地下水有不同响应。在毛乌素沙地,由于病虫害严重、缺水、种植密度过大,樟子松存在大面积死亡的可能,因此无法实现自然繁殖。由于需水量较大,近30年来樟子松种植面积的扩张导致地下水位下降3~5 m,这就引发了水资源不可持续利用的问题。全国劳模张应龙治沙成功,主要依赖于附近水库的水源。樟子松种植在丰水年、正常年和极端年份发挥的作用是不同的<sup>[10]</sup>;400株/ $hm^2$ 被认为是最合适的樟子松固沙林适宜密度,过度稠密会导致樟子松产生枯枝败叶、树皮剥落等问题<sup>[11]</sup>。地方政府追求短期效益,要求很快“看到绿”,是导致樟子松种植密度太大的主要原因。黄芪吸水能力较强,抗旱性较好<sup>[12]</sup>,其根部可以延伸到地下1 m深。但是黄芪块茎较大,需要翻地收获,容易使大量沙土裸露,农户不愿意翻地回填平整土地,冬季无法实现有效覆盖,因此大面积种植黄芪等块茎作物增加沙地退化的风险。

### 2.2 榆林牧草、苹果和沙棘的产业发展

2.2.1 畜草产业  
在榆林市榆阳区,畜牧业发展获得了政府补贴与技术指导,取得了一定的效果,养殖户年平均收入大约30万元。2017年以前,榆阳区畜

牧业总产值超过 30 亿元,到 2017 年人工种草面积超过 66.67 万  $\text{hm}^2$ ;在榆林,发展草业是养殖畜牧业的基础,在未来 2~3 年内榆林市规划种植 0.27~0.33 万  $\text{hm}^2$  的蓄草,打造巨大的牧场,其中榆阳区苜蓿种植产业园将发挥关键作用。但是,由于品种适宜性差,栽种技术比较差以及越冬管理不够完善,种草农户较少,草业在短期内难以实现产业化。

2.2.2 山地苹果 土壤深厚松散,光照条件良好,昼夜温差大,地势平坦,农田基础设施较好,这些都为榆林市东南部区域发展机械化栽培苹果提供了很好的条件。目前榆林市至少有 98 万未挂果的苹果,有一定的潜在销路。苹果的精细化管理需要大量劳动力,但是,山区人力资本昂贵、水肥管理较差、销售渠道匮乏、极端气候灾害频发等问题严重阻碍山地苹果的发展。2018 年,在榆林市清涧县和子洲县,苹果单价每斤 5 元左右,但是精细化管理技术落后、腐烂病比较严重及 90 以上等级的苹果产量低等问题导致榆林苹果商品率较低。

2.2.3 沙棘 榆林是最适合沙棘生长的区域之一<sup>[13]</sup>。在半农半牧区种植沙棘具有很多潜在效益,比如防风固沙、固土改土、耐干旱瘠薄、耐盐碱等生态效益;此外,沙棘果子可以用于开发各种油料和保健品,沙棘杆可以制作食用菌等,沙棘叶可以喂养牛羊,这些带来可观的经济效益。但是目前在榆林毛乌素沙漠地区种植的沙棘面临很多困难:育苗难,造林难,无法有效的管护,导致沙棘长势很差<sup>[14]</sup>;品种单一,产量较少,种植密度太大,难以实现机械化,很难实现经济效益。由于当地政府和企业只重视短期利益,忽视长期利益,目前榆林沙溪园区逐渐推行的“企业+基地”模式成本高、收益低,仍然难以实现机械化,如果主要通过人工打理,难以避免沙棘退化问题。

### 2.3 榆林毛乌素沙地农业发展的的问题

2.3.1 水资源不可持续利用,沙地农业生态风险明显 榆林农业产业普遍面临科技壁垒和发展滞后的问题,存在着重经济效益轻生态效益的倾向,始终无法回避水资源不可持续利用的瓶颈。在产业推进过程中,农牧草业投入成本大、产出少、销量低、效益差,原料供应、机器改造、技术创新和产品品质难以保障,无法大面积实现机械化建设,因此很难形成规模经济,产业化程度较低,目前没有实现社会效益。如果开垦 1  $\text{hm}^2$  荒地沙地,农户将获得政府的补贴 15 000 元,种植的作物收入 3 000~4 500 元,因此其平均经济总效益约为 18 250 元/ $\text{hm}^2$ 。现行林业改革政策虽然以激励农户造林为初衷,但在实践中并没有促进农户加大林地投资,积极实施节水技术<sup>[15]</sup>;

同时,在榆林沙地,大面积种植玉米和土豆耗水耗肥,在非生长期容易诱发风沙,一旦沙丘被破坏,很容易导致沙地脆弱性增加。

2.3.2 劳动力匮乏,生态保护意向和生态效益观念弱化 目前,榆林市农业发展面临农村空心化,劳动力匮乏等的问题,年轻人非农就业的趋势不可逆转。虽然政府补贴 120 000 元/ $\text{hm}^2$  以鼓励农户改良沙地,但很少有农户能够完全按照 50~100 cm 的标准铺垫厚土,沙土耕地化建设存在着巨大隐患。虽然政府的补偿可以刺激农户产生对生态环境的保护行为和意愿<sup>[16]</sup>,但是生态补偿中的各种腐败行为、产权扭曲和补偿不公平等问题打击了农户生态保护的积极性,只刺激了农户发展经济的观念,甚至在一定程度上可能导致农民抵制政府主导的生态保护行为<sup>[17]</sup>。在靖边县,很多投资者购买或者租赁沙地,为了实现机械化操作大面积砍伐树木,采用大水漫灌的方式种植金银花、板蓝根、黄芪等药材,就是一个典型的只追求经济效益而忽略生态效益的例子。

## 3 结论与政策建议

### 3.1 结论

(1) 毛乌素沙地地下水位在不同生态区存在不同的变化趋势,沙区地下水位没有变化,矿区地下水位下降。灌草生长与降雨存在循环关系,但不参与地下水循环;不同农作物对地下水有不同响应。(2) 榆林在大力发展畜草、苹果和沙棘产业的同时,面临难以快速实现产业化、精细化管理和机械化等问题。(3) 榆林毛乌素沙地农业发展面临水资源不可持续利用、沙地农业生态风险明显增加、劳动力匮乏、农民生态效益观念淡薄等问题。

### 3.2 榆林毛乌素沙地农业建设的政策建议

3.2.1 统筹治理,把握产业发展和水资源合理利用两个核心 习总书记提出的生命共同体理念和统筹山水林田湖的思想启示我们,应该应用综合性、整体性和协同性的观点来治理榆林毛乌苏沙漠。榆林地区可持续发展建设需要坚持经济、社会、生态协调发展的指导思想,把握产业发展和水资源合理利用两个核心,根据生态链来构建产业链和社会链。榆林市要及时调整生态林的树种结构,实现灌草结合。在毛乌素沙地,农田耕作要和防护林建设管护结合起来,制定农林牧草整体规划,构建清晰合理的产业结构,发展节水型农业。从生产、生活、生态 3 个方面实现动态监测,分区治理,从技术、生态、法律、经济、管理等方面加强管理体系的建设,逐步通过产学研结合扶持榆林农业产业发展。

3.2.2 因地制宜,分类施策,提高生态效益和经济效益协调发展水平 榆林市生态和经济的协调发展水平在逐年提高,但目前仍然处在初级和中级协调等级,并且存在空间的异质性,生态系统适应性水平西北高、东南低<sup>[18]</sup>。因此要因地制宜,分类施策,每个沙区、耕区、矿区要有针对性地实施治理。在榆林矿区需要科学分区,区分弹性区和采空区;榆林北部应该以中药材和畜牧为主;榆林南部积极发展种植业和传统农业,从而消除生态效益与经济效益此消彼长的矛盾。

3.2.3 推广水肥一体化和混合播种结构,加快苹果、沙棘和苜蓿产业化 使苹果收入成为实现农民增收主要渠道,应该大力推广水肥一体化的技术,它把肥料、农药等通过灌溉的形式送到果树的根部,省时省力,节约高效,效果非常明显,值得推广<sup>[19]</sup>。

大果沙棘具有很好的抗逆性,是防风固沙最好的树种,而且营养丰富,具有较高的保健价值和广阔的市场前景<sup>[20]</sup>。榆林市应该在政府合理科学的规划指导下,通过市场机制和科技创新,促进大果沙棘迅速产业化,实现榆林农业可持续发展。

大力发展苜蓿和禾本科植物结合可以增强固氮属性,加快微生物分解,有效提高土壤肥力,因此实行混合播种结构较为合理。此外,苜蓿产量较高,经济效益可观,每  $\text{hm}^2$  产量至少 15 t,可带来 1 200 元收益。

3.2.4 创新管理制度,加强环境监管和技术培训,探索适度放牧 要借鉴“河长制”的建设经验,创新管理制度,创立和健全“沙长制”,把水资源可持续利用绩效作为审计考核指标,确保城乡供水安全,实施精细化技术和简约化管理,建立畅通的销售渠道,加快品牌战略建设,积极推动榆林农业产业的可持续发展。

进一步加强政府对环境的监管,增加对农业技术的培训力度,普及“绿水青山就是金山银山”的生态理念,引导农户从经济收益和生态收益两方面作出合理的生产决策。

探索逐步放松封林禁牧政策,容许适度放牧,这不仅有利于解决牧户技术成本过高以及劳动力缺乏等问题,而且可以实现草地生物的多样性,从而提升畜牧草业的可持续发展力。

#### 参考文献:

- [1] 刘晓琼,刘彦随,延军平,等.生态脆弱区多年气候变化特征分析:以陕西榆林市为例[J].干旱区资源与环境,2008,22(1):54-59.
- [2] 赵蕊.水资源短缺对区域产业结构优化影响:以榆林市为例

- [J].中国人口·资源与环境,2016,26(S1):333-335.
- [3] 杨屹,胡蝶.生态脆弱区榆林三维生态足迹动态变化及其驱动因素[J].自然资源学报,2018,33(7):1204-1217.
- [4] 高宇,曹明明,邱海军,等.榆林市生态安全预警研究[J].干旱区资源与环境,2015,29(9):57-62.
- [5] 吕书君.陕北沙地地下水位变化规律浅析[J].地下水,2007,29(6):82-83.
- [6] 王鹤亭,盛晓磊.群井开采对毛乌素沙地地下水水位的影响:以榆林市榆阳区昌汗敖包村土地开发项目为例[J].农业工程,2018,8(11):74-76.
- [7] 李法虎,傅建平,孙雪峰.作物对地下水利用量的试验研究[J].地下水,1992,14(4):197-202.
- [8] 唐巨鹏,潘一山.煤炭资源枯竭型城市的灾害因素与控制对策:以辽宁省阜新煤矿为例[J].中国地质灾害与防治学报,2005,16(4):36-41.
- [9] 李国平,郭江.基于 CVM 的榆林煤炭矿区生态环境破坏价值损失研究:以神木县、府谷县和榆阳区为调研区域[J].干旱区资源与环境,2012,26(3):17-22.
- [10] 樊晓英,廖超英,谢燕,等.毛乌素沙地东南部樟子松生长状况调查分析[J].西北林学院学报,2008,23(4):112-116.
- [11] 冯伟,杨文斌,党宏忠,等.不同密度樟子松固沙林土壤水分特征[J].水土保持通报,2015,35(5):189-194.
- [12] 高天明,闫志坚,高丽.四种沙漠植物的抗旱研究[J].中国农业科技导报,2008,10(2):105-109.
- [13] 高乙萍.榆林市沙棘资源开发利用现状与对策[J].陕西林业科技,2009,37(3):116-119.
- [14] 马保东.沙棘在榆林市生态建设中的作用及发展策略[J].北京农业,2015,35(3):54.
- [15] 何文剑,张红霄.林权改革、产权结构与农户造林行为:基于江西、福建等 5 省 7 县林改政策及 415 户农户调研数据[J].农林经济管理学报,2014,13(2):192-200.
- [16] 张文彬,华崇言,张跃胜.生态补偿、居民心理与生态保护:基于秦巴生态功能区调研数据研究[J].管理学报,2018,31(2):24-35.
- [17] 宋文飞,李国平,韩先锋.自然保护区生态保护与农民发展意向的冲突分析:基于陕西国家级自然保护区周边 660 户农民的调研数据[J].中国人口·资源与环境,2015,25(10):139-149.
- [18] 陈佳,吴孔森,尹莎,等.水土流失风险扰动下区域人地系统适应性研究:以榆林市为例[J].自然资源学报,2016,31(10):1688-1701.
- [19] 段义忠,相微微,张建军.榆林山地苹果水肥一体化管理周年操作技术[J].黑龙江科学,2018,9(22):40-41.
- [20] 李改娥,杨再兵,谢瑞芬.榆林地区发展俄罗斯大果沙棘市场前景[J].北京农业,2015,35(19):159-160.