

# 试论河南省旱地节水农业发展的有效途径

武继承<sup>1</sup>, 杨稚娟<sup>1</sup>, 何 方<sup>1</sup>, 薛毅芳<sup>1</sup>, 潘晓东<sup>2</sup>

(1. 河南省农业科学院土壤肥料研究所, 河南! 郑州 450002; 2. 河南省农村科学技术开发中心, 河南 郑州 450003)

**摘要:**通过对河南省旱地节水农业发展问题和技术的系统分析, 阐述了河南省旱地节水农业的发展思路, 提出了河南省旱地节水农业发展的有效途径和对策。

**关键词:** 河南省; 旱地; 节水农业; 降水; 水资源; 有效途径

**中图分类号:** F3      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004—3268(2006)01—0005—04

水资源短缺是一个世界性的问题, 在我国表现尤其突出, 而农业用水占社会总用水量的 70% 以上, 日益增长的人口和生活水平的不断提高对农畜产品的需求量不断增加, 促使节水农业、旱地农业和雨养农业成为 21 世纪我国农业发展的重要研究内容<sup>[1]</sup>。河南省的半干旱、半湿润易旱区耕地面积 440 万  $\text{hm}^2$ , 占全省耕地面积的 64%, 限制旱作农业发展的主要因子是水资源匮乏、土壤贫瘠、水土流失严重, 不仅制约着农林牧业的健康发展, 而且产生一系列的生态、环境问题, 其实质是水资源问题, 而降水的高效利用, 是解决问题的本质所在。

## 1 存在问题

河南省是一个农业大省, 又是水资源缺乏的省份。全省人均水资源 430  $\text{m}^3$ , 不足全国人均水平的 1/6, 信阳、驻马店、南阳三地区人口占全省的 28.7%, 水资源量却占全省的 50.6%, 人均 922  $\text{m}^3$ , 而占全省人口 57% 的豫北、豫西和豫东 11 个地市的水资源却不足全省的 33%, 人均仅 322  $\text{m}^3$ 。其中, 豫西和豫北一些县市人均水资源不足 250  $\text{m}^3$ , 仅为世界人均水量的 1/40。更为严峻的是水分利用效率低、浪费严重, 并普遍存在着以下问题。

### 1.1 单项技术突出, 综合技术应用少

目前, 在河南省旱地农业中使用的节水措施很多, 而且有的技术增产效果十分明显。如膜际栽培技术、沟播技术、地面覆盖技术、节水灌溉技术等, 但组合配套技术少, 抗大旱、连续干旱的能力差。

### 1.2 灌溉技术落后, 浪费严重

贮水窖本身蓄积的水量少, 而灌溉方式却以传统方法为主。同时, 利用扶贫资金等发展的旱地机井, 灌溉成本太高(灌一水 750 ~ 900 元/ $\text{hm}^2$ ), 且灌溉以漫灌为主, 水资源浪费严重。

### 1.3 水肥耦合性能差

试验证明, 通过合理施肥, 培肥土壤, 可以实现以肥调水, 肥水耦合的良好效果, 提高水肥的利用效率。但目前的水肥管理技术中, 常常把水和肥分开考虑, 未能发挥水肥的协同效应和相互促进作用。

### 1.4 水分利用率亟待提高

全省旱作区降水利用率多数在 30% ~ 40%, 最高也只有 50% 左右, 水分生产效率仅 7.5 ~ 12  $\text{kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$ , 具有很大的开发潜力。

### 1.5 旱灾频繁

受年度降水时空分配不均的影响, 干旱发生频率高(达 59.6%), 平均约 2 年一遇, 夏秋连旱 3 年一遇, 春夏旱几乎年年发生<sup>[2]</sup>。旱灾面积呈现逐年增加的趋势, 并由 20 世纪 70 年代的 118.1 万  $\text{hm}^2$  增加到 90 年代的 233.3 万  $\text{hm}^2$ , 2001 年则高达 300 万  $\text{hm}^2$ 。

### 1.6 水土流失严重, 土壤瘠薄

全省旱作农业区域水土流失面积 3.2 万  $\text{km}^2$ , 占旱地面积的 41.7%, 严重的水土流失造成大量的表土层丧失, 全省旱作区有机质含量 10  $\text{g}/\text{kg}$  以下的中低产田面积占 80% 以上。

### 1.7 水源紧缺, 开发投资较大

豫西、豫北等旱作农业区域的地下水位一般都

收稿日期: 2005—09—26

基金项目: “十五”国家“863”节水农业课题(2002AA2Z4219)

作者简介: 武继承(1965—), 男, 河南通许人, 研究员, 博士, 主要从事节水农业和土壤资源研究。

比较深,抽取地下水多以供人畜饮水为主,农业生产利用成本太高,在我国目前国情和国力下是不现实的,关键是提高降水的利用效率。

因此,开展雨水集蓄、土壤保水和作物高效用水于一体的旱地农业综合技术建设,是河南省旱作区提高降水资源利用的重要任务和根本途径。

## 2 旱地节水农业发展的技术基础

在我国旱作区水资源利用方面,旱地农业科研工作者不仅重视集雨工程、集流技术的研究与应用,而且更加重视农艺、生物等水资源利用技术的研究与应用。

首先,在旱地耕作方面对多种水土保持型耕作方式作了研究探讨,研究表明,集流聚肥梯田土壤含水率比坡耕地增加 2.05%~4.07%,玉米产量增加到 7 371.8~8 198.3 kg/hm<sup>2</sup>,增产 41.1%~57.0%<sup>[3]</sup>。集流蓄水聚肥改土耕作法可使耕作活土层达 45~60 cm,土壤有机质、全氮、全磷分别提高 0.45, 0.022, 0.011 个百分点,垄顶、垄侧、垄底 0~50 cm 土壤水分含量分别比常规田高出 2.2, 2.14, 1.53 个百分点<sup>[4]</sup>。保护性耕作休闲期土壤表层贮水层厚度比传统耕作高 14~27 mm,平均提高 20.68 mm,播前土壤含水量比传统耕作高 1.34~2.58 个百分点<sup>[5]</sup>。免耕和深松与传统耕作相比,水分利用效率分别提高 10.6% 和 16.4%,降水利用效率分别提高 11.9% 和 19.5%,肥料利用效率提高 10% 以上<sup>[6]</sup>。而在坡耕地因地制宜地采取垄作区田水土保持耕作措施可就地拦蓄雨水,促进作物当年增产增收,大豆增产 14.5%~22.8%,玉米可增产 16.2%~19.7%<sup>[7]</sup>。

其次,在田间微集水、新型地膜和覆盖栽培等方面进行了有益的探讨,研究表明,农田微集水技术不论旱年还是丰水年份,作物耗水量比对照高 92.2%~119.3%,土壤供水量高 65.8%~181.8%,说明农田微集水技术具有较强的水分空间再分配能力,明显提高作物水分利用效率<sup>[8]</sup>。渗水地膜覆盖栽培可起到渗水、保水、增温、调温等多种功能,比常规地膜覆盖增产 20% 以上,1 m 土层土壤含水量平均提高 2.0%<sup>[9]</sup>。地膜冬小麦生育期内进行有限补偿供水对植株生长发育及籽粒产量均有明显影响,补水 15.0~30.0 mm,比对照增产小麦 388.9~859.2 kg/hm<sup>2</sup>,增产 9.9%~21.8%<sup>[10]</sup>。

第 3,在雨水集蓄节灌方面取得明显进展,表明在旱作区最有效的途径就是发展集水农业。有研究

表明,不同生育期集雨补灌效果,小麦表现为拔节+孕穗期>孕穗期>拔节期,玉米为大喇叭口期>拔节+大喇叭口期>拔节期<sup>[11]</sup>。采用简易微喷灌技术于不同时期补水的增产效应为抽穗期>拔节期>返青期,增产率为 25.0%~90.4%<sup>[12]</sup>。膜上灌与常规灌溉相比,棉花节水 40.8%,增产皮棉 5.12%;玉米节水 58%,增产 51.8%<sup>[13]</sup>。棉花采用膜下滴灌又较膜上灌增产 25.12%,增产籽棉 1 054.8 kg/hm<sup>2</sup>,节水 25%<sup>[14]</sup>。同时,调亏灌溉也表现出明显的节水增产效果,在小麦分蘖、拔节、乳熟前受旱 3~5 d,可增产 2%~20%,耗水减少 750~1 050 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup><sup>[15]</sup>。

第 4,在耕作保墒、水肥耦合、品种筛选等一系列旱地保水、蓄水和高效用水的同时,近年来,化控节水调控技术越来越受到重视。研究表明,采用保水剂拌种,小麦可以增产 5.2%~6.9%<sup>[16]</sup>;甘薯穴施保水剂不仅能减轻病害,而且增产 14.07%~23.74%<sup>[17]</sup>;不同水分条件下小麦则表现出不同的增产效应,并以每公顷施保水剂 45~60 kg 为宜<sup>[18]</sup>。

## 3 旱地农业发展思路

纵观世界各国旱作区水资源利用和旱地农业发展的经验,突出的一点就是寻求改善生态环境和提高土地生产力的有机结合,如美国中西部的“少耕覆盖”,澳大利亚南部的“粮草轮作”,印度的“农林耕作制”和“集水种植”,以色列的“设施农业”和“节水高效创汇农业”等都是成功的旱地节水农业发展典例。

河南省旱地面积大,包括半干旱、半湿润易旱区、半湿润偏旱区 3 种气候类型区和平原、丘陵与山地 3 种地貌类型,农业生产特点、自然环境、降水量等具有很大的差异性,关键技术应用应有层次性和区域性。因此,河南省旱作区水资源利用和旱地农业发展,应该以降水的高效利用为中心。即①提高降水利用率。河南省目前为 30%~40%,对生产典型和潜力分析表明<sup>[4]</sup>,可以提高到 60% 以上;②提高水分利用效率。目前,河南省多为 7.5~12 kg/(mm·hm<sup>2</sup>)。实践证明,运用综合技术完全可以提高到 15.0~21.0 kg/(mm·hm<sup>2</sup>)。结合河南省旱地农业的实际,围绕降水利用率和降水利用效率,因地制宜地建立旱地农业降水资源利用的技术体系,并提出河南省旱地农业降水资源的高效利用及发展对策。

## 4 河南省旱地节水农业发展的有效途径及发展对策

### 4.1 完善管理体制,健全各项法规,实行水资源科学管理

实行流域和区域的水资源统一管理,建立权威高效协调的水资源管理体制,实行统一规划、统一配置、统一调度、统一管理。统筹考虑水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护和管理,最大限度地提高水资源的利用率,提高经济效益。在法律方面,我国已颁布了《水法》、《水污染防治法》、《环境保护法》,今后应进一步完善相应的法规体系,同时要大力进行普法宣传教育,加大依法治水、依法管水力度。这是规范人们的社会经济行为,保护水资源的根本措施。

### 4.2 依靠科技进步,提高旱地农业产业水平

河南旱作农区多处于交通不便、信息闭塞、土壤瘠薄的山、丘区,旱作节水技术的运用较落后。因此,一定要把科学技术当做旱作农业水资源高效利用的动力和核心,下大力量抓紧抓好。一是增加资金投入,加强农业科研、农业技术推广体系建设。二是送科技下乡,提高干部和农民的科技素质。三是加强科技培训,提高科技种田水平,提高资源利用效率。四是积极探索农业科研院所、农业院校和龙头企业结合的新路子,从根本上解决技术棚架问题。五是加强信息体系建设,实施“电波入户”工程,传播各类信息,使农民了解市场需求信息、产品信息,不断提高经营者的经营水平。

### 4.3 引进和选用耐旱作物和抗旱节水品种

引进和选用耐旱作物和抗旱品种是利用生物适应环境,挖掘生物的生理潜势,以生物机能提高水资源利用率和水分转换效率的一条根本措施。不同的作物、品种之间水分利用效率有明显差异,因此,在豫西旱作区因地制宜地扩大耐旱作物和品种的种植面积,不断优化作物品种配置,是利用农业气候资源,提高作物对资源利用和转化效率的有效途径。

### 4.4 加强各种抗旱节水农艺技术的集成与应用

土壤培肥、增施有机肥、肥水综合调控、地面覆盖、保护性耕作、化控节水等都是有效的抗旱节水措施,今后应重视这方面技术的综合应用和技术集成,充分发挥抗旱节水农艺技术的增产、节水和增效效果,提高旱作农业的综合生产水平。

### 4.5 大力推广雨水集蓄和集雨补灌技术,建立旱作节水灌溉制度

充分利用庭院、屋顶、路面、荒坡、塑料大棚及一些硬化地面(操场)等收集雨水,建立完善的雨水蓄集设施(水窖、水池、塘坝等),发展集雨补灌旱作节水农业。同时,根据作物需水规律,制定合理补灌方案,确定每种作物最佳灌溉时期、灌溉定额等,将有限的水资源应用于关键时期,建立先进的旱作节水灌溉制度。

### 4.6 重视旱地设施农业建设

为避免水、旱灾害,提高旱地农业区域的水、土、光热、生物资源利用效率,尤其是水分的利用效率,增强旱地农作物对旱灾的抗逆能力,就需要发展设施农业来调整环境和物质能量的供应和运移,尤其是调整自然降水的四季分配和利用,提高降水资源水分利用率和利用效率。以色列大力发展的喷灌、微喷灌、滴灌农业,其水分利用率分别达80%、85%和95%。如果我们通过发展设施农业,将河南省半干旱、半湿润旱地区的降水利用率提高到60%以上,将有效地推动河南省降水资源高效利用和农业可持续发展的有机结合。

### 4.7 完善旱地农业节水综合技术体系

围绕旱地农业发展的思路,以提高降水利用率和降水利用效率为中心,针对河南省旱地农业的实际问题,融合国内外的先进经验,逐步建立河南省旱作区生物、农艺、工程与管理等相结合的旱地农业高效持续发展综合技术体系(图1)。

### 4.8 建立省级旱地农业信息管理系统

河南省是典型的农业大省,全省旱耕地面积440万 $\text{hm}^2$ ,占全省耕地面积的64%。因此,管好旱地、用好旱地,将对河南省旱地农业高效持续发展与小康经济建设起到积极作用。旱地农业信息管理系统就是利用现有的地理信息系统软件研究开发出相应的专业信息管理系统<sup>[19]</sup>,该系统综合运用GIS技术、数据库技术、多媒体技术、模拟技术等与旱地农业有关的图、文、数据、统计资料等信息综合集成,利用它可以快速、准确地查询与旱地农业有关的各类信息、图件及旱地农业节水高效的技术体系等,为领导提供决策信息,为推广部门提供技术咨询和服务。

## 5 小结与建议

1) 旱地节水农业发展的中心是对有限水资源的高效利用,具体应围绕提高降水利用率、提高降水利用潜力开发程度和提高水分利用效率。在积极发展传统旱作农业技术的基础上,发展集雨补灌和地膜覆盖等现代旱农技术。

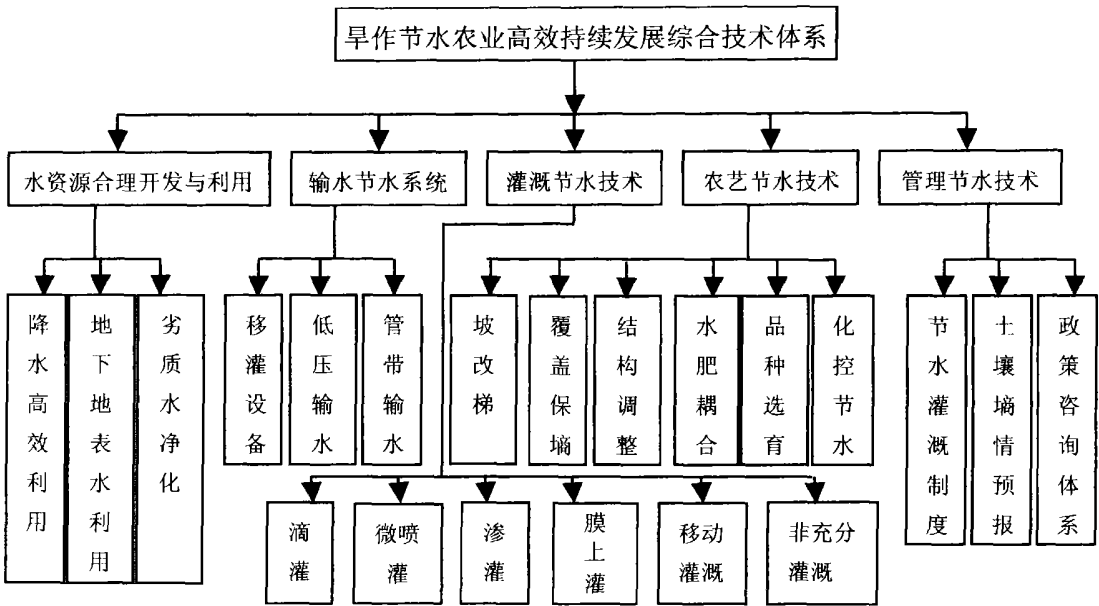


图 1 旱地农业高效持续发展综合技术体系

2) 旱地节水农业水资源利用应坚持生物、工程和农艺措施相互配合的原则, 突出治理与生产相结合, 建立综合技术体系。坡改梯、农田覆盖以及雨水集蓄利用技术是近年河南省推广的重点。应加强高新技术和常规技术的结合, 合理调整农田结构, 选育节水优质品种, 加强耕作培肥和化学节水技术的应用, 完善旱地节水农业水资源高效利用技术体系。

3) 加强旱地节水农业研究。如有限补充灌溉、精确灌溉技术的研究, 覆盖和化学节水技术原理与机理, 雨水收集高效利用与节水灌溉配套等。建议有关部门将旱农节水作为农业长期发展的重要研究课题, 并在各种扶贫、治理和开发项目中推广旱农技术。

参考文献:

[ 1 ] 卢良恕. 21 世纪我国农业科学技术发展趋势与展望 [ J ]. 中国农业科学, 1998, 31(2): 1—7.

[ 2 ] 雒魁虎. 河南省旱地小麦高产理论与技术 [ M ]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.

[ 3 ] 高鹏, 郑国相, 李铁军, 等. 陡坡地集流聚肥梯田技术的应用 [ J ]. 资源开发与市场, 1999, 15(1): 9—10.

[ 4 ] 梁德平, 李有华, 许国平, 等. 集流蓄水聚肥改土耕作技术的应用研究 [ J ]. 山西水土保持科技, 2002(2): 14—16.

[ 5 ] 李洪文, 陈君达, 高焕文, 等. 旱地表土耕作效应研究 [ J ]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 13—18.

[ 6 ] 王育红, 姚宇卿, 吕军杰. 保持耕作技术对豫西旱坡地土壤养分变化的影响 [ J ]. 安徽农业科学, 2002, 30(3): 414—415.

[ 7 ] 杨爱民, 沈昌蒲, 刘福, 等. 坡耕地垄作区水土保持效益研究 [ J ]. 水土保持学报, 1994, 8(3): 52—58.

[ 8 ] 王俊鹏, 马林, 蒋骏, 等. 宁南半干旱地区谷子微集水种植技术研究 [ J ]. 水土保持通报, 2000, 20(3): 42—43.

[ 9 ] 姚建民, 张宝林, 殷海善. 渗水地膜利用旱地小雨量资源研究 [ J ]. 水土保持通报, 1998, 18(3): 24—28.

[ 10 ] 王生录, 陈炳东, 崔云玲. 集雨补灌对旱地地膜冬小麦产量的影响 [ J ]. 甘肃农业科技, 1999(9): 20—22.

[ 11 ] 蔺海明, 牛俊义, 秦舒浩. 陇中半干旱区小麦和玉米补灌效应研究 [ J ]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(4): 80—86.

[ 12 ] 牛西午, 冯永平, 董孟雄, 等. “简易微喷灌技术”及其在旱塬麦田应用研究初报 [ J ]. 水土保持通报, 1999, 19(1): 28—32.

[ 13 ] 孙景生, 康绍忠. 我国水资源利用现状与节水灌溉发展对策 [ J ]. 农业工程学报, 2000, 16(2): 1—5.

[ 14 ] 夏智讯. 节水农业技术研究成果 [ M ]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004. 111—163.

[ 15 ] 石培泽, 杨秀英. 春小麦适度亏缺灌溉的节水增产效应 [ J ]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(2): 80—83.

[ 16 ] 汪立刚, 武继承, 王林娟. 保水剂有效使用的土壤水分条件及对小麦的增产效果 [ J ]. 土壤, 2003(1): 80—83.

[ 17 ] 武继承, 张长明, 王志勇, 等. 河南省降水资源高效利用技术研究与应用 [ J ]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(3): 152—155.

[ 18 ] 史福刚, 杨稚娟, 王志勇. 水分条件对保水剂增产效应的影响 [ A ]. 梅旭荣, 蔡典雄, 逢焕成, 等. 节水高效农业理论与技术 [ M ]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004. 226—228.

[ 19 ] 焦险峰, 徐刚, 王飞, 等. 中国旱作节水农业管理信息系统 [ J ]. 农业工程学报, 2000, 16(5): 48—51.